

(19) Országkód:

HU



**MAGYAR
KÖZTÁRSASÁG**

**MAGYAR
SZABADALMI
HIVATAL**

SZABADALMI LEÍRÁS

(11) Lajstromszám:

212 818 B

(21) A bejelentés ügyszám: P 92 01696
(22) A bejelentés napja: 1991. 09. 18.
(30) Elsőbbségi adatok:
586 442 1990. 09. 21. US
(86) Nemzetközi bejelentési szám: PCT/US 91/06773
(87) Nemzetközi közzétételi szám: WO 92/04920

(51) Int. Cl.⁶

A 61 L 2/08

A 61 L 2/14

(40) A közzététel napja: 1993. 06. 28.
(45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi
Közlönyben: 1996. 11. 28.

(72) Feltalálók:

Held, Jeffery S., Chicago, Illinois (US)
Sharp, James W., Arlington Heights, Illinois (US)

(73) Szabadalmas:

STERICYKLE Inc., Rolling Meadows, Illinois
(US)

(74) Képviselő:

S.B.G. & K. Budapesti Nemzetközi Szabadalmi
Iroda, Budapest

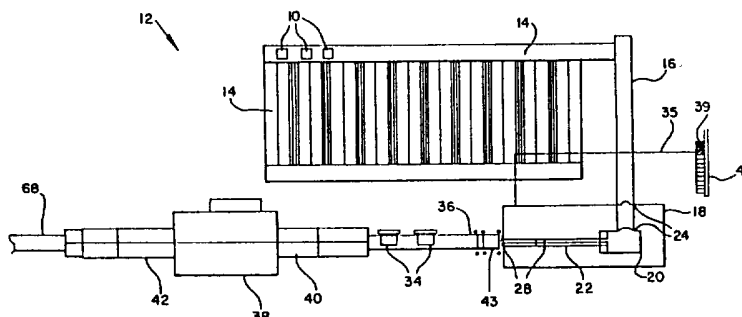
(54) Berendezés és eljárás gyógyászati hulladékok feldolgozására

(57) KIVONAT

A találmány tárgya berendezés és eljárás gyógyászati hulladékok feldolgozására, különösen 5–100 MHz tartományba eső rádiófrekvenciás elektromágneses sugárzással történő melegítéssel, majd ezt követő újrahasznosítható alapanyaggá való átalakítással. A berendezésben van egy rádiófrekvenciás elektromágneses sugárzást létesítő egység, és sorrendben ezután egy a fertőtlenített gyógyászati hulladékot műanyaggyá, tüzelőanyaggyá és egyéb újrahasznosítható alapanyaggá szétválasztó válogató egység. A berendezés egyik kivitele sorrendben tartalmaz egy gyógyászati hulladékot tartalmazó dobozokat fogadó és egy aprítógéphez továbbító szállítószalagot; egy aprítógépet a gyógyá-

szati hulladékot a dobozokból kiürítő és legfeljebb körülbelül 25–38 mm-es hulladéktörmelékké zúzó aprítógépet (20); egy a hulladéktörmeléknek az aprítógép (20) után való átvételét és egy tárolóedénybe (34) történő továbbítását végző szállítócsigát (22); egy a szállítócsiga (22) továbbította, tömörített hulladéktörmelékbe befogadó tárolóedényt (34); egy a tárolóedényt (34) tartó és a hulladéktörmelékbe tömörítő pneumatikus prést. A tárolóedényre (34) egy fedél illeszkedik, és egy fertőtlenítő dielektromos fűtőberendezés (38) van a tömörített hulladékot tartalmazó, lefedett tárolóedény (34) továbbítási pályája mentén elrendezve, és egy a tárolóedényben (34) lévő fertőtlen-

1. ábra



nített törmelék fogadó és azt tömbbé préselő bálázó-gépe (62) van. Az eljárás során a gyógyászati hulladékot törmelékké bontják, és egy tárolóedénybe (34) zárják. A tárolóedényben (34) lévő törmelék 5–100 MHz-es RF fűtőberendezéssel 90–100 °C-ra melegítik, és legalább 5 percig hőtartják. A fertőtlenített törmelék műanyaggá, tüzelőanyaggá és egyéb újrahasznosítható alapanyaggá választják szét.

Vannak további lehetséges eljárások, amelyek valamely anyag rádiófrekvenciás melegítéssel történő fertőtlenítésre és az ívhúzás veszélyének egyidejű csökkentésére szolgálnak. Ezek során az anyagot törmelékké aprítjuk fel vagy tömörítjük, és a rádiófrekvenciás sugárzó egységgel történő melegítést ezen törmelékké aprítás után végezzük.

A találmány tárgya berendezés és eljárás gyógyászati hulladékok feldolgozására. Az eljárás különösen a gyógyászati hulladékok fertőtlenítésére és olyan átalakítására szolgál, hogy azt hasznosítani lehessen. Ilyen alak például a tisztított granulált műanyag. A feldolgozási eljárás során a hulladékot törmelékké törjük, a hulladéktörmelék rádiófrekvenciás sugárzásnak teszük ki és a fertőtlenített törmelék hasznos alkotóelemekké alakítjuk át. A gyógyászati hulladékon nemcsak humángyógyászati, hanem állatgyógyászati ill. egyéb fertőtlenítést igénylő hulladékot is értünk. Először a gyógyászati hulladékok kategóriáit és összetételét ismeretjük, majd az ismert hulladékkezelési eljárások problémáit taglaljuk.

A gyógyászati hulladékok elhelyezése sürgős feladat, mivel a hulladék fertőzést okozhat. Az ilyen fertőző hulladék a humángyógyászati és állatgyógyászati ellátás mellékterméke. A rendezett gyógyászati hulladék a következő kategóriára osztható:

1. Fertőző élőlények tenyésztői és törzsei, valamint a kapcsolódó biológiai termékek.
2. Patológiai hulladékok;
3. Emberi vér és vérkészítmények.
4. Szennyezett éles és hegyes tárgyak, így tűk, fecskendők, pengék, szikék és törött üveg.
5. Állati hulladék;
6. Elválasztó eszközök hulladékai, így kesztyűk és a súlyosan fertőzött páciensek kezelése során alkalmazott egyéb eldobós tárgyak;
7. Használatlan éles és hegyes tárgyak.

A kórházak ezeket a hulladékkategóriákat tipikusan három általános csoportba választják szét: a) általános gyógyászati hulladék, amely a fenti 1., 2. és 3. kategóriával egyezik meg; b) állatgyógyászati hulladék, vagy 5. kategória; és c) túlnyomórészt műanyagot tartalmazó hulladék, amely a 4. és 6. kategóriát öleli fel. A szennyezett éles és hegyes tárgyak és az elválasztó eszközök hulladékai különösen fontos kategóriát képeznek, mivel az egyes hulladék ki lehet téve olyan nagyon veszélyes fertőzéseknek, mint az AIDS vagy hepatitis. A közvéleményt élesen foglalkoztatja az, hogy strandokon és más közterületen éles és hegyes tárgyakat találtak.

A kórházak és más intézmények, ahol humángyógyászati és állatgyógyászati hulladékok keletkeznek, a hulladékkezelés három fő módszerét alkalmazzák:

- 15 1) a hulladék helyszíni elégetés,
- 2) a hulladék helyszíni gőzölése autoklávban, majd elszállítása talajfeltöltésre, és
- 3) nem-helyszíni feldolgozás a hulladéknak hulladéktárolóba való juttatása előtt.

20 A kórházi égetőberendezések túlnyomórészt városi területen vannak. Sok ilyen égetőberendezés viszonylag sok szennyezést bocsát ki. Az Egyesült Államok Környezetvédelmi Hivatala (Environmental Protection Agency) a kórházi égetőberendezések emissziójában 25 káros anyagokat azonosított, ezek között fémeteket, így arzént, kadmiumot és ólmot; dioxinokat és furánokat; szerves vegyületeket, mint etilén, szénmonoxid; valamint kormot, vírusokat és kórokozókat. Ezeknek az égetőberendezéseknek az emissziói inkább 30 veszélyeztetik a közegészséget, mint a helytelen lerakás (Stephen K. Hall, „Infections Waste Management: A multi-faceted Problem”, Pollution Engineering, 74–78, 1989. aug.)

Az autoklávos kezelést ugyan lehet a hulladék 35 kezelésére a további feldolgozás előtt alkalmazni, de ez drága és időigényes. A hő gyorsan inaktíválja a vírusokat, de a baktériumok valamivel tovább élnek, mint a vírusok. A baktériumspórák nagyon ellenállóak lehetnek a termikus sterilizálással szemben. A hatékony 40 fertőtlenítés biztosítása végett hőmérsékletellenőrző eszközöket, így hőelemeket és biológiai indikátorokat, így *Bacillus Stearothermophilus* spórákat lehet alkalmazni.

A Dodd-féle 2 731 208 sz. amerikai egyesült állami 45 mokban szennyezett hulladék kezelésére szolgáló, gőzsterilizáló berendezést ír le, amely a hulladékot aprítja („ideértve papíredényeket is, mint például használt köpöcsészék”, 1 oszlop, 28–29 sor), gázt fúvat az aprított hulladékkal töltött edénybe, ez a fertőtlenített 50 hulladékot egy szennyvízrendszerbe bocsátja. Ennek az eljárásnak több hátránya van, így az, hogy csak korlátozott hulladékfajták kezelésére alkalmas és a kezelt hulladékot a szennyvízcsatornába bocsátja.

Az 1 123 703 sz. szovjetunióbeli szerzői tanúsítvány 55 ismerteti egy eljárást orvosi műszerek újbóli használatra való sterilizálására ultranagyfrekvenciás kezeléssel. Injekciós tűkre 160–470 °C végső hőmérsékletet, akupunktúrás tűkre 100–270 °C végső hőmérsékletet ad meg.

60 A Knight-féle, 3 958 936 sz. amerikai egyesült álla-

szabadság szerint a kórházi és egyéb hulladékot 200–310 °C-os (400–600 °F) hőhatásnak teszik ki, hogy a műanyag megolvadjon, majd egy kemény, tömör tömb jöjjön létre, amely talajfeltöltésben biztonságosan elhelyezhető. A hulladék így fertőtleníti van és a tük beágyazódnak a műanyagba. Ennek a módszernek hátránya a magas hőmérséklet eléréséhez szükséges nagy energiaköltség és a talajfeltöltési elhelyezés.

A Lovercheck-féle, 3 547 577 sz. amerikai egyesült államokbeli szabadalom hordozható berendezést ismerteti szemét, így hulladék, háztartási szemét és hasonló kezelésére (1 oszlop, 13–19. sor). A berendezés a szemetet felosztja, az aprított szemetet brikettálja és a brikettet etilén-oxid gázzal sterilizálja (1. oszlop, 15–19. sor). Aprítás után a szemetet szét lehet választani mágneses és nem-mágneses részre (2. oszlop, 13–23. sor). A szemét ilyen szétválasztása után csak a nem-mágneses részt brikettálják és sterilizálják (2. oszlop, 23–25. sor). A sterilizálási lépésben etilén-oxid gázt alkalmaznak, amely hőmérséklet szabályozást igényel (2. oszlop 30–57. sor). Így a brikettet körülbelül 54 °C hőmérsékleten tartják (2. oszlop, 51. sor). Ennek a rendszernek hátránya az, hogy a szemét fertőtlenítéséhez mind hőre, mind mérgező gázra szükség van. Egy másik hátrány, hogy a hulladékáramnak fémre, vízre és briketre való szétválasztásakor a hulladékáramnak csak egy részét – a fémét vagy vizet nem tartalmazó brikettet – fertőtleníti. További hátrány, hogy az anyagot talajfeltöltésre használják fel vagy elégetik. Javasolják ugyan a műtrágyaként való felhasználást (1. oszlop, 47. sor), de a szabadság nem tér ki arra, hogy a brikett valóban alkalmas-e erre a célra vagy arra, hogyan kell a brikettet tovább feldolgozni ilyen felhasználás végett.

Potenciális sterilizánsként különböző energiaforrásokat vizsgáltak. Egyre inkább foglalkoznak a mikrohullámokkal egyedi orvosi eszközök és aprított gyógyászati hulladék gyors sterilizálására. A közelmúltban egy kísérlet szerint fém műszereket mikrohullámú kamrában mindössze 30 másodperc alatt sterilizáltak, (N. Y. Times, „Science Watch; Microwave Sterilizer is Developed”, 1989 június 20.). A problémát az jelenti, hogy ezzel az eljárással egyszerre csak néhány műszert lehet kezelni.

Egy publikáció szerint kifejlesztettek egy mikrohullámos gyógyászati hulladék kezelő rendszert. Ebben a rendszerben a gyógyászati hulladékot először aprítják, vízzel permetezik és a kis darabokat vékony rétegben elterítik egy szállítószalagon. A szállítószalag ezután a keveréket átviszi egy mikrohullámú kamrán, amely a keveréket körülbelül 96 °C-ra melegíti. A hulladék egy gőzölő állomásra irányítható, ahol a túlélő mikroorganizmusok deaktiválása végett gőzt adnak a hulladékokra. A fertőtlenítési lépés után a hulladékot csomagolják és talajfeltöltéshez vagy égetőberendezésekhez szállítják (The Wall Street Journal, p. 133, 1989. ápr. 10.)

A mikrohullámok behatolása korlátozott. Nagyméretű dobozokba csomagolt gyógyászati hulladéknál alkalmazva a mikrohullámok önmagukban nem túl hatékonyan melegítenek. Ezzel szemben a rádiófrekvenciás (RF) hullámok viszonylag kis frekvenciájú hullámok, amelyeknek nagyobb a behatolási mélységük. Az RF-hullámokat sterilizálásra közvetlenül és közvetve alkalmazták.

Fraser és társai 3 948 601 sz. amerikai egyesült államokbeli szabadalma leírja RF-hullámok közvetett alkalmazását igen sokféle gyógyászati és kórházi berendezés, valamint emberi hulladék fertőtlenítésére. E szerint a szabadság szerint az RF-hullámokat arra használják, hogy bizonyos gázokat, elsősorban argont felmelegítsenek és így közelítőleg 100–500 °C-on gázplazmává ionizálják. A szabadság szerint ez a „hideg” plazma (1. oszlop, 12. sor) hatékonyan sterilizál egy tárgyat mindössze 25–50 °C hőmérsékleten és igen kis nyomáson. A plazmagázos sterilizálás azonban nem jelenti az RF-hullámok közvetlen sterilizálási alkalmazását.

Függetlenül attól, hogy a kórház autoklávozza-e gyógyászati hulladékát, ideértve a törött tüket és üvegeket is, vagy nem, a hulladékot ezután átadják egy hulladékkezelő cégnek, amely azt talajfeltöltésre vagy más lerakóhelyre szállítja.

Ennél a hulladékelhelyezési eljárásnál több probléma jelentkezik. A lerakóhelyek – főleg sok városi körzetben – fokozatosan megtelnek. Emellett a régebbi lerakóhelyekről mérgező vegyi anyagok szivároghatnak a környező földbe és szennyezhetik a vízkészleteket. Így a hulladék elhelyezése egyre problematikusabbá válik. Engedély nélküli lerakás is előfordulhat. Szükség van tehát olyan eljárásra, amellyel a gyógyászati hulladék fertőtleníthető vagy fertőzőképessége megszüntethető és amellyel olyan anyaggá alakítható át, amely nem hat károsan az általános környezetre.

Találmányunk célja fertőző hulladék, különösen e gyógyászati hulladék fertőtlenítésére és hasznos anyaggá való átalakítására a hulladék hevítése útján, továbbá a hulladék környezeti szempontból biztonságossá, újrahasznosíthatóvá való átalakítása.

Találmányunk célkitűzésének általános értelemben eleget tevő megoldásainkat, mint azokat a következőkben felsoroljuk, négy berendezés és négy eljárás testesíti meg.

Egy berendezés gyógyászati hulladék feldolgozására 5–100 MHz-es rádiófrekvenciás elektromágneses sugárzással történő melegítéssel, a gyógyászati hulladék fertőtlenítésével, majd ezt követő műanyaggyá, tüzelőanyaggyá és egyéb újrahasznosítható alapanyaggyá való átalakítása révén. A találmány szerinti van egy a gyógyászati hulladékot fertőtlenítő sugárzási intenzitású rádiófrekvenciás elektromágneses sugárzást létesítő egysége; és sorrendben ezen egysége után elhelyezve egy a fertőtlenített gyógyászati hulladékot műanyaggyá, tüzelőanyaggyá és egyéb újrahasznosítható alapanyaggyá szétválasztó válogató egysége.

Egy berendezés gyógyászati hulladék olyan feldolgozására, amely a gyógyászati hulladék felaprításával, az aprított hulladék tárolóedényben történő préselésével, majd a gyógyászati hulladék hevítéses fertőtlenítésével és ismételt préselésével történik, és amely beren-

dezés tartalmaz egy gyógyászati hulladékot tartalmazó dobozokat fogadó és egy aprítógéphez továbbító szállítószalagot; egy aprítógépet a gyógyászati hulladékot a dobozokból kiürítő és legfeljebb körülbelül 25–38 mm-es hulladéktörmelékké zúzó aprítógépet; egy a hulladéktörmeléknek az aprítógép után való átvételét és egy tárolóedénybe történő továbbítását végző szállítócsigát; egy a szállítócsiga továbbította, tömörített hulladéktörmelék befogadó tárolóedényt; egy a tárolóedényt tartó és a hulladéktörmelék tömörítő pneumatikus prést. A találmány szerint a tárolóedényre egy fedél illeszkedik, és egy fertőtlenítő dielektromos fűtőberendezése van a tömörített hulladékot tartalmazó, lefedett tárolóedény továbbítási pályája mentén elrendezve, és egy a tárolóedényben lévő fertőtlenített törmelék fogadó és azt tömbbé préselő bálázógépe van.

Egy eljárás gyógyászati hulladék feldolgozására, amelynek során a gyógyászati hulladékot törmelékké bontjuk, a törmelék tárolóedénybe zárjuk, és a tárolóedényben lévő törmelék 5–100 MHz-es rádiófrekvenciás fűtőberendezéssel fertőtlenítjük. A találmány szerint a tárolóedényben lévő törmelék rádiófrekvenciás fűtőberendezéssel körülbelül 90–100 °C-ra melegítjük, legalább 5 percig hőntartjuk, majd az így fertőtlenített gyógyászati hulladékot műanyaggá, tüzelőanyaggá és egyéb újrahasznosítható alapanyaggá választjuk szét.

Egy eljárás gyógyászati hulladék feldolgozására, amelynek során a gyógyászati hulladékot szétválasztjuk éles és hegyes tárgyakra valamint egyéb hulladékra, az éles és hegyes tárgyakat törmelékké bontjuk, tárolóedénybe zárjuk, és 5–100 MHz-es elektromágneses térrel melegítjük. A találmány szerint a lezárt törmelék rádiófrekvenciás sugárzással addig melegítjük, amíg a törmelék körülbelül 90–100 °C hőmérsékletet ér el, majd 5 percig ezen a hőmérsékleten tartjuk, és az így fertőtlenített törmelék műanyaggá, tüzelőanyaggá és egyéb újrahasznosítható alapanyagokká dolgozzuk fel.

Egy eljárás valamely anyag rádiófrekvenciás melegítéssel történő fertőtlenítésre az ívhúzás veszélyének egyidejű csökkentésével, amelynek során az anyagot törmelékké felaprítjuk. A találmány szerint a rádiófrekvenciás sugárzó egységgel történő melegítést a törmelékké történő felaprítási lépés után végezzük.

Az előzővel azonos célú eljárás, melynek során az anyagot aprítás helyett tömörítjük. A találmány szerint a rádiófrekvenciás sugárzó egységgel történő melegítést a tömörítési lépés után végezzük.

Egy berendezés valamely anyag rádiófrekvenciás melegítéssel történő fertőtlenítésre az ívhúzás veszélyének egyidejű csökkentésével, amely berendezésnek van egy az anyagot törmelékké felaprító egysége, és egy rádiófrekvenciás melegítő egysége. A találmány szerint a berendezés rádiófrekvenciás melegítő egysége technológiai sorrendben az anyagot törmelékké felaprító egység után van elrendezve.

Az előzővel azonos célú berendezés, amelynek azonban a találmány szerint a felaprító egység helyett az anyagot tömörítő egysége van, és a rádiófrekvenciás

melegítő egysége technológiai sorrendben a tömörítő egység után van elrendezve.

Találmányunkat annak példaképpeni kiviteli alakjai kapcsán ismertetjük részletesebben ábráink segítségével, amelyek közül az

- 5 1. ábra a humángyógyászati és állatgyógyászati hulladék kezelésére és feldolgozására szolgáló találmány szerinti berendezés vázlatos felülnézete, a
- 10 2. ábra a találmány szerinti előfeldolgozó berendezés vázlata, a
3. ábra a találmány szerinti rádiófrekvenciás fűtőberendezés vázlata, a
4. ábra a találmány szerinti hulladékfűtőanyag-előállító berendezés, az
- 15 5. ábra a találmány szerinti műanyagkinyerő berendezés.

A humángyógyászati és állatgyógyászati hulladékot fertőtlenítik vagy fertőzés okozására alkalmatlanná teszik. A találmány szerinti eljárással a humángyógyászati és állatgyógyászati hulladékban lévő mikroorganizmusokat úgy inaktiváljuk, hogy nem okozhatnak fertőzést. A fertőtlenítést RF-sugárzással végezzük. Ezután a berendezés és az eljárás járulékos részeiben a fertőtlenített hulladékot hasznos anyaggá vagy visszanyert műanyaggá, vagy tömör, viszonylag kis kéntartalmú tüzelőanyaggá – dolgozzuk fel. Amint ez az 1. ábrán látható a találmány szerinti berendezés kiinduló anyagként a gyógyászati hulladék lezárt 10 dobozokban érkezik a gyógyászati hulladékfeldolgozó 12 berendezéshez. A dobozokat egy 14 szállítószalagra rakják, ahol az egyes rakományokban lévő 10 dobozokat szétválasztják és számlálják. Az aprítógéptöltő 16 szállítószalag a 10 dobozokat az előfeldolgozó 18 helyiségbe szállítja. Az előfeldolgozó 18 helyiségben van a 20 aprítógép és a 22 szállítócsiga, amelyek a gyógyászati hulladékot törmelékké bontják és a törmelék más, 34 tárolóedényekbe juttatják fertőtlenítés végett. Bontáson itt az anyag viszonylag egyenletes méretű, legfeljebb 38 mm nagy darabokra való törését vagy aprítását értjük.

A 2. ábrán látható, hogy az előfeldolgozó 18 helyiségben több eszköz szolgál arra, hogy a meggátolja a szennyezés kijutását a 18 helyiségből. Először is a gyógyászati hulladék bejutását az előfeldolgozó 18 helyiségbe és kijutását ebből a helyiségből két légzsilipegység, a bemeneti 24 légzsilip és a kimeneti, 26 légzsilip szabályozza. Mindkét légzsilip két-két ajtópárból, a 28, 30 illetőleg 32, 33 ajtópárból áll. A gyógyászati hulladékot tartalmazó 10 dobozok az előfeldolgozó 18 helyiségbe először a 28 ajtópáron mennek át, amely zár a 10 dobozok mögött. Az első, 28 ajtópár zárása után a második 30 ajtópár nyílik, és lehetővé teszi, hogy a 10 dobozok bejussanak az előfeldolgozó 18 helyiségbe. A kimeneti 32 és 33 ajtópár ugyanúgy működik, mint a bemeneti, 28 és 30 ajtópár. Így egyidejűleg legalább egy kimeneti és egy bemeneti ajtópár mindig zárva van.

A 24 és 26 légzsilipen kívül a légáramlást szabályozzák még a fűtéssel és szűréssel ellátott helyiség-

szellőztető 35 csővezetékek. A 35 csővezetékekben vilamos 37 fűtőtestek körülbelül 82 °C hőmérsékletet tartanak, amely bármely vírus megsemmisítéséhez elegendő. A 35 csővezetékekben nagyhatékonyságú 39 légszűrők – HEPA szűrők – vannak a részecskék kiszűrésére. A légszűrők pórusai 3 µm-esek és 99,7% hatásfokkal gátolják meg a baktériumok távozását. Ezek a helyiségzellőztető 35 csővezetékek szabályozzák a légtömören lezárt előfeldolgozó 18 helyiségbe beáramló és onnan kiáramló légáramot. Egy nagy teljesítményű 41 ventilátor kb. 28 m³/perc levegőt szív ki ezekből a 35 csővezetésekből. Ez a ventilátor szívást létesít, amely hozzájárul annak megakadályozásához, hogy esetleg szennyezett levegő áramoljon vissza az előfeldolgozó 18 helyiségből a 12 berendezés többi részébe. A melegített, szűrt levegő a külső légkörbe távozik.

A helyiségzellőztető 35 csővezetékén kívül fűtés- és szűréssel ellátott, nem ábrázolt csővezetékek kapcsolódnak a 20 aprítógéphez, a 22 szállítócsigához és a pneumatikus 43 préshez. Ezek a csővezetékek is a külső légkörbe szellőztetnek ugyanúgy, mint a helyiségzellőztető 35 csővezetékek.

Ahogy az a 2. ábrán látható, a gyógyászati hulladékot tartalmazó 10 dobozok a 16 szállítószalagon jutnak az előfeldolgozó 18 helyiségbe és ott a 20 aprítógépbe ürítik őket. A bontást vagy aprítást két, nem ábrázolt vágókés-készlet, amelyek nem ábrázolt 37 kW-os (50 LE) motorok által hajtva 1800-as percenkénti fordulatszámmal forognak. A 20 aprítógép a gyógyászati hulladékot olyan törmelékke aprítja, amelyben a darabok legnagyobb mérete kb. 38 mm. Az aprítás a gyógyászati hulladék térfogatát mintegy a felére csökkenti. Alkalmas aprítógép a Shredding Systems, Inc., (Wilsonville, Oregon, US) cég DO-5371-D sz. modellje, amely mintegy 3,66 m magas, 3 m széles és 3,66 m hosszú.

A hulladéktörmelék a 20 aprítógépből egy 22 szállítócsigán át távozik, amely egy csőben működik és a gyógyászati hulladéktörmelékét függőlegesen a 45 szállítócsőve szállítja, ahonnan a törmelék a pneumatikus 43 présbe hullik. A pneumatikus 43 prés a gyógyászati hulladék-törmelékét hőálló műanyag, polietilén 34 tárolóedényekbe préseli be.

A tárolóedény 0,6 m × 0,6 m × 0,45 m méretűek és körülbelül 23 kg-osak. A hőálló jelzón itt azt értjük, hogy a tárolóedények a hevítési folyamat alatt nem lágyulnak meg vagy nem olvadnak meg és szobahőmérsékleten (25 °C) egy órán át tárolva a bennük lévő gyógyászati hulladék hőmérsékletét körülbelül 8 °C-on belül tartják. A 34 tárolóedényeknek jól illeszkedő, de nem légmentesen záró fedelük van. Alkalmas tárolóedény a Chem-Tainer (Babylon, New York) cég 24. számú modellje. Minden 34 tárolóedényt körülbelül 90 kg tömörített hulladéktörmelékkel töltünk meg, amelyhez vizet is lehet hozzáadni, de erre rendszerint nincs szükség. A sok fémet tartalmazó gyógyászati hulladéktörmelékre habot lehet szórni. A víz és hab rendeltetése a hőeloszlás és a tűz elkerülése. Ezután a fedelet szorosan rázárják a megtöltött 34 tárolóedényre.

A pneumatikus 43 prés a 34 tárolóedénybe kerülő gyógyászati hulladéktörmelékét tovább tömöríti és így annak térfogata az addigi térfogatnak kevesebb, mint felére csökken. Így a gyógyászati hulladék térfogatcsökkenése a 12 berendezésbe való érkezéstől a 34 tárolóedény lezárásáig körülbelül öt az egyhez. Így az előfeldolgozó 18 helyiségbe érkező 80 kg/m³ sűrűségű hulladék a 18 helyiséget 400 kg/m³ sűrűséggel hagyja el. Látható, hogy így a különböző hulladékok – éspedig papír, műanyag, üveg, fém és folyadékok – egyenletesebb méretűvé és sűrűségűvé alakulnak át, amelyre a gépített RF hevítőkamrában szükség van.

Ezután – amint az az 1. ábrán látható – a gyógyászati hulladéktörmelékét tartalmazó lezárt 34 tárolóedényeket az előfeldolgozó 18 helyiségből RF-hullámokkal végzett volumetrikus melegítés végett a dielektromos 38 fűtőberendezésbe szállítjuk. A rádiófrekvenciás hullámok az elektromágneses energia egyik formáját képezik. Az RF-hullámok közvetlenül visznek át energiát az anyagokba elsődlegesen ezáltal, hogy az időben változó villamos mező kölcsönhatásba lép a molekulákkal. RF-hullámokat úgy lehet létrehozni, hogy két elektródra RF váltakozóáramot adunk. A két elektród között váltakozó, RF elektromágneses mező jön létre, amelynek van egy időben változó villamos mező összetevője. Ha az időben változó villamos mezőbe az elektródok közé egy tárgyat helyezünk, akkor az időben változó villamos mező részben vagy teljesen behatol a tárgyba és azt felmelegíti.

Hő keletkezik, ha az időben változó villamos mező ionokat és elektronokat gyorsít, amelyek molekulákkal ütköznek. Hő keletkezik azáltal is, hogy az időben változó villamos mező a molekulákat – és különösen a viszonylag nagy villamos dipólusnyomatékkal rendelkező molekulákat – hátra és előre forgatja az időben változó villamos mező által rájuk vitt nyomaték következtében. A legtöbb nagy molekulának vagy az egyenletes töltéseloszlású molekuláknak viszonylag kicsi a dipólusnyomatékuk, vagy nincs is dipólusnyomatékuk, és ezeket a rádiófrekvenciás időben változó villamos mező kevésbé befolyásálja. A kis molekuláknak – különösen poláris csoportokban – viszonylag nagy villamos dipólusnyomatékuk van és ezért az időben változó villamos mező viszonylag nagy nyomatékkal hat rájuk. Elsősorban az erősen poláros molekulákra, így a vízre, viszonylag nagy nyomatékok hatnak és ennek következtében az időben változó villamos mező forgatja őket. A forgás mechanikai energiája belső energiaként vagy hőként átmegy a környező anyagokra. A kisebb frekvenciájú, időben változó villamos mezők mélyen behatolnak és egyenletesebben melegítik a tárgyakat. A viszonylag nagy frekvenciájú, időben változó villamos mezők nem hatolnak be olyan mélyen, de gyorsabban melegítik a tárgyaknak azokat a részeit, amelyekkel kölcsönhatásban vannak.

Minthogy a különböző anyagok különböző típusú molekulákból állnak, amelyeknek különböző a villamos dipólusuk, ezért egy adott RF-mezőnek kitéve az anyagok különböző ütemben melegsznek. Például a nagyon nagy molekulákból álló műanyagokat (polime-

reket) az RF-mező nem melegíti olyan gyorsan, mint a vizet. Fém tárgyakat nem lehet vagy nem könnyen lehet RF-mezőben melegíteni, mivel nagy villamos vezetőségük rövidre zárja és újraszórja a villamos mezőket. Így legtöbbször a fém tárgyakat nehéz melegíteni. Az ilyen RF-mezők ezenkívül jelentős áramokat is indukálhatnak amelyek a fém tárgyak külsejére áramlanak. Bizonyos körülmények között melegítő hatás jelentkezik a fém tárgy felületén és egy kis tű esetében a hő könnyen behatol annak belsejébe. Emellett hosszú, vékony fém tárgyak jelenléte egy villamos mezőben fokozza a térorsságot ezen fém tárgyak végei közelében és csökkenti vagy árnyékolja a mezőket, a fém tárgyak közepe körül. Ha tehát a villamos mező párhuzamos a fém tárgy mértani tengelyével, akkor a pálcza vagy tű csúcsai közelében erős a villamos mező, közepénél pedig gyenge. Az ilyen mezőerősödések ívhúzást idézhetnek elő és esetleg tüzet okozhatnak.

Mint ezt fentebb említettük, a tömörített gyógyászati hulladéktörmelék tartalmazó 34 tárolóedények a dielektromos 38 fűtőberendezésbe jutnak, mégpedig egy bemenő 40 alagúton át. A dielektromos 38 fűtőberendezés RF-hullámokat létesít, amelyek a hulladékot a fentebb leírt módon melegítik. A hulladéktörmelék tartalmazó 34 tárolóedények körülbelül öt percig egyenletesen vagy volumetrikusan melegsznek a villamos mezőben. Az RF hullámok hatására a hulladék körülbelül 90–100 °C hőmérsékletre melegszik.

A lefedett 34 tárolóedények a 36 szállítószalagon jutnak a dielektromos 38 fűtőberendezésbe, amely 11,6 m hosszú, 4 m széles és 3 m magas. A dielektromos 38 fűtőberendezés 12 700 kg tömegű. Két 2,4 m hosszú, 40 és 42 alagút képezi a dielektromos 38 fűtőberendezés bemeneti, illetve kimeneti részét. Az alagutak csillapítják az RF hullámokat és megakadályozzák az RF-szivárgást a dielektromos 38 fűtőberendezésből. A 6,1 m hosszú rádiófrekvenciás 44 kemencében vagy kamrában gerjesztőelektrodból és földelektrodból álló 46 elektródrendszer RF-sávban lévő elektromágneses hullámokat gerjeszt. Az RF sáv e hangfrekvenciák és az infravörös frekvenciák között van és közelítőleg 10 kHz-től 300 GHz-ig terjed. Ha a 46 elektródrendszerre rádiófrekvenciás teljesítmény jut, akkor elektromágneses hullámot bocsát a gyógyászati hulladékot tartalmazó „cél tárgyként” szolgáló 34 tárolóedényekre.

Az RF hullámok mélyen behatolnak a gyógyászati hulladékot tartalmazó 34 tárolóedényekbe. A gyógyászati hulladék elnyeli ezeket a hullámokat, amelyeknek az energiája a dipólusok forgását és a molekulák rezgését előidézve hőt termel. Ha RF hullámok nyelődnek el, akkor ez differenciált melegedést idéz elő. A 34 tárolóedényekben lévő nedves cikkek és fém tárgyak több hullámot nyelnek el és „forró foltokat” vagy egyenetlen melegítést idézhetnek elő. A gyógyászati hulladéktörmelék ezt megelőző bontása és tömörítése azonban meggátolja a komoly ívképződést és meggyorsítja a hőátadást. A lefedett 34 tárolóedényben a melegebb törmelék a gőz és a hő gyorsan áterjed a 34 tárolóedények egész tartalmára. Minthogy a 34 tárolóedények nem légmentesen zártak,

ezért a gőz fokozatosan távozik és nem lép fel túl nagy nyomás.

Amint ez a 3. ábrán látható, a dielektromos 38 fűtőberendezés egy 48 generátorból, egy 49 hőleadóból és egy 50 vezérlőből áll. A gyógyászati hulladékot tartalmazó 34 tárolóedényeket egy 51 szállítószalag mozgatja a dielektromos 38 fűtőberendezésben.

A 48 generátorban van egy 52 tápegység, egy 54 feszültségszabályozó és egy 56 áramátalakító. A 48 generátor 4,4 m hosszú, 1 m széles és 2,1 m magas, 10-es acél és alumínium lemezből készül 0,1 m-es csatornaalagúttal és 6 mm vastag acél alaplappal. A 48 generátornak két porzáró fülkéje van, amelyek ajtóval vannak ellátva. Ezekben a fülkékben van az 52 tápegység és az 56 áramátalakító. Az 52 tápegység és az 54 feszültségszabályozó nagy feszültségű egyenáramot ad az 56 áramátalakítóra. A 48 generátor kimenő teljesítménye kb. 50 és kb. 150 kW, még előnyösebben kb. 100 és kb. 150 kW között van. Az 52 tápegység fülkéjében van egy nem ábrázolt 300 kW-os, háromfázisú transzformátor, valamint hat oszlopos szilíciumdiódás egyenirányító és egyéb berendezések, amelyek a 60 Hz-es váltakozó áramot egyenárammá alakítják át. Ezeket a berendezéseket nem ábrázoltuk.

Az 56 áramátalakító nagyfrekvenciás, kb. 5 és kb. 100 MHz közötti áramot ad le. A frekvencia előnyösen kb. 5 és kb. 25 MHz között van, nagyon jó kb. 13 MHz. Előnyös egy nem ábrázolt oszcillátort alkalmazni a nagyfrekvenciás teljesítmény előállítására, bár egy nem ábrázolt erősítőt is lehet alkalmazni. Alkalmas oszcillátor az Eimac cég (Division of Varian, 301 Industrial Way, San Carlos, California) 3 CW 15 0000 sz. modellje. Egy másik alkalmas oszcillátor a Siemens R S 3300 CJ sz. modellje, amely a Siemens Components-nél (186 Wood Avenue, Iselin, New Jersey) szerezhető be. Az áramátalakítóknak van egy nem ábrázolt vízellátása is, amely hűtés végett közelítőleg 90 liter/perc kb. 20 °C-os vizet szolgáltat. Az 56 áramátalakítóról egy koaxiális 58 kábel viszi át a nagyfrekvenciás teljesítményt a 49 hőleadóra.

A 49 hőleadó az illesztő 60 kapcsolásból és a 46 elektródrendszerből áll. A 49 hőleadó a 44 kemencében van elhelyezve, amely a dielektromos 38 fűtőberendezés részét képezi. A 44 kemence 6,1 m hosszú, 4 m széles, 2 és 3 m magas és 6,3 mm-es alumíniumlapból, valamint 10-es alumíniumlemezből épült.

A 46 elektródrendszer fő teste egy 2,1 m × 4,2 m-es alumínium elektród, amelynek a magassága egy nem ábrázolt irányváltós hajtóműves motorral 0,7 m és 1,0 m között, változtatható. A motort az 50 vezérlő külső kapcsolótábláján lévő háromállású választó kapcsolóval lehet működtetni. A kapcsolótáblán ki van jelezve az elektród magassága is. A 46 elektródra 61 fűtőelemek vannak szerelve, amelyek egy nem ábrázolt, alkalmas Pí-szűrő kapcsolással vannak ellátva. Ez a kapcsolat választja el az elektróda 61 fűtőelemeit az RF áramkör többi részétől. Az illesztő 60 kapcsolásban van egy nem ábrázolt számláló jelző és egy erősítő, amelyek egy nem ábrázolt, moto-

fogó és egy erősítő, amelyek egy nem ábrázolt, motoros hajtású, változtatható kondenzátorral együtt az előre beállított szinten tartják a kimenő teljesítményt, amely az egész 44 kemencében egyenletes. Az 56 áramátalakítóról a koaxiális 58 kábel az illesztő 60 kapcsolóra csatlakozik, amely teljesítményt ad a 46 elektródra és így az RF villamosság RF mágneses mezővé alakul át.

A gyógyászati hulladéktörmelék tartalmazó és a mezőn áthaladó 34 tárolóedények az előbb leírt módon felmelegednek.

A 34 tárolóedények a kimenő 42 alagúton át hagyják el a dielektromos 38 fűtőberendezést. A 42 alagút elhagyása után a fertőtlenített gyógyászati hulladékot tartalmazó 34 tárolóedények más állomásokra jutnak feldolgozás végett, amelyet később részletesen leírunk. Egy másik változat szerint a 34 tárolóedényeket a később leírandó további feldolgozás előtt egy nem ábrázolt, 90–95 °C hőmérsékletű helyiségben lehet tartani. A 34 tárolóedényeket előnyös ebben a helyiségben annyi ideig tartani, amennyi elegendő a gyógyászati hulladék további fertőtlenítéséhez. A fűtött helyiségben való tartás ideje előnyös módon egy és hat óra között van. Még előnyösebb, ha a 34 tárolóedények körülbelül egy órán át maradnak a fűtött helyiségben.

A fertőtlenített hulladékot ezután hasznos anyagokká, például hulladékeredetű tüzelőanyagká alakítjuk át, vagy szétválasztjuk használható összetevőkre, így műanyagra és fémre. Ahogyan ezt a 4. ábra mutatja, a fertőtlenített hulladékot a kilépő, 42 alagút elhagyása után egy nagy összenyomó berendezésbe, például egy 62 bálázógépbe ürítjük, amely a hulladékot sűrű 64 kockává nyomja össze. Ezt a 64 kockát bálázó 66 huzallal lehet átkötni. Ezek a feldolgozott gyógyászati hulladékból álló sűrű 64 kockák elhagyják a 12 berendezést és a 64 kockákat magas hőmérsékletű égetőberendezésekbe, például nem ábrázolt cementégető kemencékbe szállítják. A találmány szerinti 62 bálázógép 4,6 m hosszú, 1,3 m széles és 1,9 m magas. A bálázógépet egy nem ábrázolt 11 kW-os villamos motor hajtja, amely 3200 kg sajtoló erőt fejt ki. A 62 bálázógép a fertőtlenített hulladéktörmelék 0,9 m × 1,8 m × 0,75 m méretű, sűrű 64 kockává nyomja össze. Minden 64 kocka négy vékony bálázó 66 huzallal van átkötve. Minden bálázott kocka tömege közelítőleg 340 kg. A bálázott kockákat egy nem ábrázolt villás targonca tehergépkocsira rakja, amik azokat regionális cementégető kemencékhez szállítják.

Az A., B., C. és D. táblázatban szereplő laboratóriumi elemzési eredmények azt mutatják, hogy az így feldolgozott gyógyászati hulladék fűtőértéke legalább 27 950 J/kg (A. táblázat) amely igen kedvező érték a szén 25 600 és 34 900 kJ/kg közötti fűtőértékével összehasonlítva. A feldolgozott gyógyászati hulladék kéntartalma 0,2% alatt van. (A. táblázat) és így kisebb, mint a széné, amely 0,3% és 4,0% közötti. A cementégető kemencék üzemi hőmérsékletén, lévő műanyag teljesen elég széndioxidá és vízzé és nem

képez kénes közbenső bomlástermékeket, így furánokat és dioxinokat (D. táblázat).

A. Táblázat
Elégetett feldolgozott gyógyászati hulladék adatai
(Gabriel Laboratories, Inc.)

	Nyers állapotban	Szárazanyagra vonatkoztatva
Nedvességtartalom, %	3,18	–
Hamutartalom, %	2,78	2,87
Illóanyagtartalom, %	86,58	89,42
Kötött szén %	7,46	7,71
Összesen	100,00	100,00
Fűtőérték, kJ/kg	26 390	27 950
kén, %	0,11	0,11

B. Táblázat
Feldolgozott gyógyászati hulladék hamujának ásványi elemzése
(Gabriel Laboratories, Inc)

Ásvány	Tömeg% száraz állapotban
Szilíciumoxid (SiO)	24,61
Alumíniumoxid (Al ₂ O ₃)	12,45
Titánoxid (TiO ₂)	34,00
Vasoxid (Fe ₂ O ₃)	7,69
Kalciumoxid (CaO)	4,96
Magnéziumoxid (MgO)	1,23
Kalciumoxid (K ₂ O)	1,31
Nátriumoxid (Na ₂ O)	6,91
Kéntrioxid (SO ₃)	7,81
Foszforpentoxid (P ₂ O ₅)	1,20
Magnándioxid (MnO ₂)	0,08

C. Táblázat
Feldolgozott gyógyászati hulladék laboratóriumi elemzési eredményei
(National Environment Testing, Inc.)

Hamu, %	4,1
Fűtőérték, kJ/kg	36 980
Teljes klór, %	<0,1
Teljes szilárdanyag %	98,88
Teljes kén, %	0,20
Arzén, µg/g hamu	<0,25
Kadmium, µg/g hamu	<0,15
Teljes króm, µg/g hamu	2,6
Ólom µg/g hamu	3,6
Higany µg/g hamu	1,0
Nikkel µg/g hamu	1,7
Fizikai jellemző	szilárd
Szín	többszínű
Korróziós hatás, pH	6,82

D. Táblázat

Égetett, bálázott gyógyászati hulladék illó összetevői
(National Environment Testing, Inc.)

Megnevezés	Mennyiség, mg/g
Akrolein	<1000
Akronitril	<1000
Benzol	<100
Brómdiklór-metán	<100
Brómoform	<100
Brómmetán	<1000
Széntetraklorid	<100
Klórbenzol	<100
Klóretán	<1000
2-klóretilvinil-éter	<100
Kloroform	<100
Klórmetán	<1000
Dibrómklórmetán	<100
1,2-diklórbenzol	<100
1,3-diklórbenzol	<100
1,4-diklórbenzol	<100
1,1-diklóretán	<100
1,2-diklóretán	<100
cisz-1,2-diklóretán	<100
transz-1,2-diklóretán	<100
1,2-diklóropán	<100
Cisz-1,3-diklóropán	<100
transz-1,3-diklóropán	<100
Etilbenzol	<100
Metilénklorid	<100
1,1,2,2-tetraklóretán	<100
Tetraklóretán	<100
Toluol	<100
1,1,1-triklóretán	<100
1,1,2-triklóretán	<100
Triklóretán	<100
Triklórfluor-metán	<100
Vinilklorid	<1000
Összes xilol	<100
PCR-k	µg/g
PCB-1016	<0,10
PCB-1221	<0,10
PCB-1232	<0,10
PCB-1242	<0,10
PCB-1248	<0,10
PCB-1254	<0,10
PCB-1260	<0,10

A fertőtlenített gyógyászati hulladéktörmelék hasznos anyaggá való átalakításának másik módja a műanyagok visszanyerése. A műanyagok visszanyerése is azután történik, hogy a gyógyászati hulladéktörmelék a dielektromos 38 fűtőberendezésben fertőtlenítettük. A gyógyászati műanyag jelentős részét még jóval a feldolgozó 12 berendezésbe való érkezése előtt, közvetlenül a használat után az egészségügyi dolgozók rutinszerűen szétválogatják. A természetes polipropilénből gyártott fecskendőket közvetlenül használat után tipikusan az erre a célra szolgáló, speciális műanyag tárolóedényekbe dobják. Ezek a műanyag tárolóedények rendszerint természetes polipro-

pilénből készülnek. Az éles és hegyes tárgyakat és tárolóedényeiket azután éles és hegyes hulladék számára szolgáló dobozokba rakják. Amikor ezek az éles és hegyes hulladékot tartalmazó dobozok a feldolgozó 12 berendezéshez érkeznek, akkor ezeket a többi gyógyászati hulladéktól elkülönítjük és külön kezeljük. Az éles és hegyes tárgyak ugyanazokon az előfeldolgozó és fertőtlenítő lépéseken mennek át, mint amelyek korábban leírtunk. Az éles és hegyes törmelék előnyös módon vízzel vagy mosószerből és vízből álló habbal lepermetezzük, hogy a hő könnyebben távozzon és fémtörmelékből. Erre a célra bármilyen háztartási mosószer megfelelő lehet.

Fertőtlenítés után az elkülönített éles és hegyes törmelék nem kerül közvetlenül a 62 bálázógéphez, hanem átmegy egy sor szétválasztási lépésen, amelyek során a kívánt anyagok tovább szeparálódnak és más szeparált anyagok a 62 bálázógéphez mennek.

Az éles és hegyes tárgyak előnyös módon átmennek a fentebb leírt előfeldolgozáson és fertőtlenítésen, majd – amint ez az 5. ábrán látható – levesszük a gyógyászati hulladéktörmelékeket tartalmazó 34 tárolóedény fedelét és fertőtlenített törmelék a 68 szállítószalagra rakjuk. A 68 szállítószalag végigviszi a törmelék egy sor 70 mágnesen, amelyek eltávolítják a vasfémeket és nem-vasfémeket, így tűket és huzalkatétereket, a hulladék áramból. A nemfém törmelék a 68 szállítószalagon marad. A 68 szállítószalag végén van a 72 műanyaggranuláló. A 72 műanyaggranuláló a nemfém éles és hegyes törmelék legfeljebb olyan finom részecskékké alakítja át, amelyeknek egyik mérete sem haladja meg a 3 mm-t. Amikor a részecskék a 72 műanyaggranulálóból a 74 szállítószalagon távoznak, akkor áthaladnak egy nem ábrázolt meglelégfűvő előtt, amely a részecskéket megszártja.

A 74 szállítószalag a részecskéket egy 76, elutriáló-nak nevezett elválasztó berendezésbe szállítja, amely a részecskéket sűrűségük alapján szétválasztja és eltávolítja. A 76 elutriálóban a részecskékre levegőt fújunk. A könnyebb, kevésbé sűrű részecskék, mint a papírdarabok, a 76 elutriáló felső részébe kerülnek, a nehezebb, sűrűbb részecskék, mint gumi- és üvegdarabok, a 76 elutriáló aljába hullanak. A műanyag részecskék egy jól körülhatárolt réteggé válnak ki, amelyet a 78 szállítószalag a meleg vizes 80 mosóberendezésbe szállít. Az egyéb, nem műanyag részecskéket összegyűjtjük és a 62 bálázógépbe helyezzük, amely sűrű 64 kockákka tömöríti őket.

A 80 mosóberendezés a tintát és papírt lemossa a műanyag részecskékről. Emellett a karton, vastag papír és az elutriálóban nem eltávolított egyéb anyag megszívja magát vízzel és lesüllyed a melegvizes 80 mosóberendezés aljára. Ezt az anyagot a melegvizes 80 mosóberendezés aljáról hulladékként távolítjuk el. A melegvizes 80 mosóberendezésből is a 62 bálázógéphez juttatjuk el a hulladékot. A mosott műanyag részecskéket a 82 szállítószalag a 84 műanyagszeparátorhoz szállítja.

A műanyag részecskék a 84 műanyagszeparátorba

jutnak. Ez egy másik típusú elutriáló, amely a különböző típusú műanyagokat (és egyéb anyagokat) folyadékban fennálló úszóképességük alapján osztályozza. A 84 műanyagszeperáló nagyon hatékonyan szelektálja a polipropilént. A nem polipropilén anyagokat a folyamatban eltávolítjuk és a 62 bálázógéphez juttatjuk. A 84 műanyagszeperálóból kapott polipropilén 99,999%-ban tiszta polipropilén.

Végül a 86 szállítószalag a polipropilén részecskéket egy 88 szárítóhoz szállítja, amely a részecskéken lévő minden nedvességet eltávolít. A szárított polipropilén ezzel kész a nem ábrázolt pelyhesítésre és olyan tárgyak készíthetők belőle, mint szemétkosarak, hulladéktartályok és éles és hegyes tárgyak elhelyezésére szolgáló edények.

Alkalmas műanyaggranuláló, elutriáló, melegvizes mosóberendezés, úszatós műanyagszeperátor mind beszerezhető a Sepco cégnél (Spokane, Washington).

A találmány egy másik kiviteli alakjánál a visszanyerési folyamat a melegvizes 80 mosóberendezésben végzett melegvizes mosási lépés után befejeződik. A műanyagban ekkor viszonylag kevés nem-műanyag elem van, szárítható és értékesítés végett pelyhesíthető.

A találmány előnyös kiviteli alakjainak előző leírásai illusztrációként és ismertetésként szolgálnak, nem tekinthetők kimerítőnek és nem korlátozzák a találmányt az ismertetett kiviteli alakokra. Nyilvánvaló, hogy a leírás alapján a találmánynak sok más módosítása és változata lehetséges. A kiviteli alakokat úgy választottuk ki és írtuk le, hogy a lehető legjobban kifejtjük a találmány elveit és gyakorlati alkalmazásait és ezáltal a szakterületen jártas személyek képesek legyenek a találmányt az adott speciális alkalmazáshoz megfelelő, különböző módosításaiban és különböző változataiban alkalmazni. A találmány terjedelmét a mellékelt szabadalmi igénypontok határozzák meg.

Példák

1. példa

Vegyes gyógyászati hulladékot a találmány szerint aprítottunk és tömörítettünk, majd száz polietilén műanyag tárolóedénybe helyeztük. A tárolóedények mérete 0,6 m × 0,6 m × 0,45 m és tömegük töltés előtt 23 kg. Minden tárolóedényt négy negyedre osztottuk és mindegyik negyedbe hőmérsékletérzékeny szondát helyeztünk. Mindegyik szonda hőmérsékletérzékeny csúcsát körülbelül 50 mm-re dugtuk be. Ezt tekintettük a „leghidegebb” pontnak a tárolóedényben, ahol a legkevésbé a valószínű az, hogy a dielektromos fűtőberendezésen áthaladva eléri a kívánt hőmérsékletet. Ezután a fedeleket a tárolóedények tetején rögzítettük. Minden tárolóedényt 13 MHz frekvenciájú RF sugárzásnak tettünk ki 50 000 V/m tére-rősségű villamos mezőben, közelítőleg öt percen át. A hőmérsékleteket rögzítettük és az alábbi táblázatban közöljük:

Átlaghőmérséklet	94 °C
Standard szórás	3,0 °C
Minimális hőmérséklet	31 °C
Maximális	102 °C
Hőmérséklet tartomány	11 °C

A hőmérséklet gyakorisági eloszlása (°C)

Tartomány	Szám	Százalék
85...90 °C	0	0
90...95 °C	51	51
95...100 °C	47	47
100...105 °C	2	2

Ez a statisztika mutatja, hogy a melegedés a gyógyászati hulladékok különböző jellege ellenére egyenletes volt.

2. példa

Mintegy hatvan műanyag tárolóedényt megtöltöttünk körülbelül 90 kg a találmány szerint aprított és tömörített gyógyászati hulladékkal. A polietilén műanyagból készült tárolóedények 0,6 m × 0,6 m × 0,45 m méretűek voltak, és töltés előtt tömegük 23 kg volt. Minden tárolóedénybe körülbelül 50 mm mélyre vírusokat tartalmazó kémcsöveket helyeztünk. Mindegyik kémcső tetejéhez és aljához hőmérsékletérzékeny indikátorokat csatlakoztattunk. Ezután minden tárolóedényre fedelet rögzítettünk. A tanulmányhoz 2. típusú Herpes simplex vírus (HSV), (ATCC VR-540) és Poliovírus 3 (ATCC VR-193) vírusokat alkalmaztunk. A tanulmány homogén és adekvát vírusellátása végett a HSV és poliovírus törzseket a vizsgálatok megkezdése előtt tenyésztettük, összegyűjtöttük, fagyasztottuk és hitelesítettük a standard módszerek szerint. A gyógyászati hulladékot tartalmazó tárolóedényeket az alábbi nyolc kezelési csoportra osztottuk.

Csoport	A dielektromos fűtőberendezésben töltött idő, perc	Állásidő perc
1	4	0
2	4	20
3	10	0
4	10	20
5	6	0
6	6	20
7	8	0
8	8	20

A vírusokat tartalmazó kontroll kémcsöveket szobahőmérsékleten (kb. 25 °C) tartottuk, míg a gyógyászati hulladékot tartalmazó tárolóedényeket a tesztvírusokkal olyan RF sugárzásnak tettük ki, hogy a tárolóedények hőmérséklete közelítőleg 60 °C legyen. A tárolóedényeket közvetlenül az állásidő – szobahőmér-

sékleten töltött járulékos idő – után felnyitottuk, a vírusokat tartalmazó kémcsöveket kivettük és az összes kémcsövet mikrobiológiai laboratóriumba küldtük. A hőmérséklet-csúkokat eltávolítottuk és a hőmérsékleteket regisztráltuk. A hőmérséklet három eset kivételével az összes esetben meghaladta a 60 °C-t. Feltehetőleg legalább az egyik hibát a hőmérséklet-csík rossz működése okozta.

A fertőtlenítés eredményességének meghatározása végett a kémcsövekben lévő vírusokat először többször hígították. Minden hígításból egy adagot a szokásos módszerekkel vizsgáltak, hogy van-e még sejtölő képességük.

Csak a dielektromos melegítésen nem átment kontrollkémcsövekből vett HSV-nak és poliovírusnak volt meg továbbra is a sejtölő képessége, még 10⁵-szörös hígításban is. A melegített kémcsövekből (1–8. csoport) vett egyik HSV-nek vagy poliovírusnak sem volt sejtölő képessége, még 10-szeres hígításban sem.

Így a vírushatás tanulmány kimutatta, hogy az eljárás teljes mértékben és egyenletesen elpusztítja a vírusokat még akkor is, ha a hulladékot csak körülbelül 60–70 °C-ra melegítjük fel és csak körülbelül 10–30 percen át tartjuk ezen a hőmérsékleten. Mint-hogy a találmány szerinti dielektromos fűtőberendezés a gyógyászati hulladékot 90–98 °C-ra melegíti fel, ezért nagy a biztonsági tartomány a vírusok elpusztítása szempontjából.

3. példa

Öt, egyenként körülbelül 90 kg gyógyászati hulladéktörmelékkel megtöltött, találmány szerinti tárolóedényt kiválasztottunk és fedelüket elávolítottuk. Minden tárolóedénybe öt csík *Bacillus subtilis* var. *niger* spórát helyeztünk. A spóracsíkokat a hulladéktörmelék tetejére, a levegő és a hulladék határfelületére helyezték. A tárolóedényben ezen a részen a legkisebb a lehetőség a hő megtartására, mivel a felmelegített hulladék ezen a határfelületen adja le a hőt a hidegebb levegőnek. Minden spóracsík körülbelül egymillió spórát tartalmazott. A *B. subtilis* spórákat azért választottuk, mert nagyon ellenállóak a hőkezeléssel szemben.

A fedeleket visszatettük a tárolóedényekre és az öt tárolóedény közül négyet a találmány szerinti eljárásnak megfelelően átvittünk a dielektromos fűtőberendezésen. Az ötödik tárolóedény nem ment át a dielektromos fűtőberendezésen és a kísérlet kontrolljaként szolgált. A négy tárolóedény 50 000 V/m térrősségű villamos mezőn ment át. A tárolóedények öt percet töltöttek a villamos mezőben. A rádióhullámok frekvenciája 13 MHz volt.

Mihelyt a tárolóedények elhagyták a dielektromos fűtőberendezést, hőmérsékletszondákat helyeztünk mindegyik tárolóedény négy negyedébe a kezdeti hőmérséklet regisztrálása végett. Ezeket átlagoltuk. Szobahőmérsékleten (kb. 25 °C) egyórás állás után kinyitottuk az első tárolóedényt, regisztráltuk a belső hőmérsékletet és kivettük a spóracsíkokat. Szobahőmér-

sékleten kétórás állás után kinyitottuk a második tárolóedényt, regisztráltuk a belső hőmérsékletet és kivettük a spóracsíkokat. A harmadik és negyedik tárolóedényt három, illetőleg négy óra elteltével nyitottuk és ugyanúgy kezeltük.

A spórákat a szokásos módszerek szerint hígítottuk és tenyésztettük. Az eredmények a következők voltak.

Állásidő óra	Kezdeti hőmérséklet °C	Végző hőmérséklet °C	Spórakon- centráció	Log. csök- kenés
1	98	92	8,5 · 10 ²	4
2	97	92	6,0 · 10	5
3	100	84	9,0 · 10	5
4	95	81	7,5 · 10	5
Kontroll	–	–	1,0 · 10 ⁶	0

Ez a vizsgálat bizonyítja, hogy a hulladékot tartalmazó tárolóedények ötperces kitétele RF sugárzásnak mindössze egyórás állásidővel négy log csökkentést, ennél hosszabb állásidővel öt log, csökkentést idéz elő. Ameddig a tárolóedények zárva voltak, addig a súlyuk 23 kg-os tárolóedények hőmérséklete óránként csak 4–8 °C-kal csökkent egy 25 °C-os helyiségben. A vegetatív (nem-spórás) baktériumok, élesztőgombák és gombák (funghi) mind kevésbé ellenállóak hővel szemben, mint a *B. subtilis* spórák, ezért ezeket a szervezeteket a találmány szerinti kezelés hatékonyan elpusztítja.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Berendezés gyógyászati hulladék feldolgozására 5–100 MHz tartományba eső rádiófrekvenciás elektromágneses sugárzással történő melegítéssel, a gyógyászati hulladék fertőtlenítése, majd ezt követő műanyag-gá, tüzelőanyaggá és egyéb újrahasznosítható alacsonyagga való átalakítása révén, *azzal jellemezve*, hogy van egy a gyógyászati hulladékot fertőtlenítő sugárzási intenzitású rádiófrekvenciás elektromágneses sugárzást létesítő egysége; és sorrendben ezen egysége után elhelyezve egy a fertőtlenített gyógyászati hulladékot műanyag-gá, tüzelőanyaggá és egyéb újrahasznosítható alacsonyagga szétválasztó válogató egysége.

2. Az 1. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a rádiófrekvenciás elektromágneses sugárzást létesítő egység egy dielektromos fűtőberendezés (38).

3. A 2. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a dielektromos fűtőberendezésnek (38) 5 MHz és 25 MHz közötti frekvenciájú elektromágneses sugárzása van.

4. A 2. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy van egy gyógyászati hulladék hőmérsékletét 80 °C-on vagy ennél magasabban tartó fertőtlenítési tárolóedénye (34).

5. Az 1. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a fertőtlenítést végző, elektromágneses

sugárzást létesítő egység előtt a gyógyászati hulladék haladási útjában tartalmaz továbbá sorrendben egy a gyógyászati hulladékot törmelékké alakító bontó egységet, egy a gyógyászati hulladéktörmelékét tárolóedénybe (34) továbbító egységet, a tárolóedényt (34), egy a tárolóedényben (34) lévő gyógyászati hulladéktörmelékét tömörítő egységet, és egy a tárolóedényt (34) lezáró fedelet.

6. Az 5. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a bontó egység egy aprítógép (20).

7. Az 5. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a gyógyászati hulladéktörmelékét a tárolóedénybe (34) továbbító egység egy szállítócsiga (22).

8. Az 5. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a tárolóedényben (34) lévő gyógyászati hulladéktörmelékét tömörítő egység egy pneumatikus prés (43).

9. Az 5. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy válogató egységében legalább egy, a gyógyászati hulladéktörmelékét összetétele szerint szétválogató eszköz van.

10. A 9. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a gyógyászati hulladéktörmelékét összetétele szerint, fém és nem-fém törmelékre szétválasztó eszköz egy mágnes (70).

11. A 9. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a gyógyászati hulladéktörmelékét összetétele szerint, műanyag és nem-műanyag törmelékre szétválasztó legalább egy eszköze van.

12. A 11. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy válogató egységében levegővel működő eszköz van.

13. A 12. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a levegővel működő eszköz egy elutriáló (76).

14. A 11. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a műanyagokat a nem-műanyagoktól elválasztó válogató egysége van, amelyben levegős szétválasztó és melegvizes mosó eszközök vannak alkalmazva.

15. A 10. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy tartalmaz továbbá egy a gyógyászati hulladék nem-fém törmelékét finom részecskékre daraboló eszközt, amely még a műanyagot a nem-műanyagtól elválasztó eszközt megelőzően van a hulladék haladási útjában elhelyezve.

16. A 15. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a nem-fém törmelékét részecskékre daraboló eszköz egy műanyaggranuláló (72).

17. A 11. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy tartalmaz továbbá egy polietilén műanyagot a többi műanyag részecskéktől elválasztó eszközt.

18. Berendezés gyógyászati hulladékok olyan feldolgozására, amely a gyógyászati hulladék felaprításával, az aprított hulladék tárolóedényben történő préselésével, majd a gyógyászati hulladék hevítéses fertőtlenítésével és ismételt préselésével történik, és amely berendezés sorrendben tartalmaz egy gyógyászati hulladékot tartalmazó dobozokat fogadó és egy aprítógép-

hez továbbító szállítószalagot; a gyógyászati hulladékot a dobozokból kiürítő és legfeljebb körülbelül 25–38 mm-es hulladéktörmelékké zúzó aprítógépet; egy a hulladéktörmeléknek az aprítógép után való átvételét és egy tárolóedénybe történő továbbítását végző szállítócsigát; egy a szállítócsiga továbbította, tömörített hulladéktörmelékét befogadó tárolóedényt; egy a tárolóedényt tartó és a hulladéktörmelékét tömörítő pneumatikus prést; *azzal jellemezve*, hogy a tárolóedényre (34) egy fedél illeszkedik, és egy fertőtlenítő dielektromos fűtőberendezése (38) van a tömörített hulladékot tartalmazó, lefedett tárolóedény (34) továbbítási pályája mentén elrendezve, és egy a tárolóedényben (34) lévő fertőtlenített törmelékét fogadó és azt tömbbé préselő bálázógépe (62) van.

19. A 18. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy tartalmaz továbbá a dielektromos fűtőberendezés (38) után elhelyezve egy mágnes (70) a fém-törmeléknek a gyógyászati hulladéktörmelékből való eltávolítására; egy a visszahagyott nem-fém törmelék méretét legfeljebb 3 mm-es részecskékre csökkentő, a mágnes (70) után elhelyezett műanyaggranulálót (72); a műanyag részecskéket más nem-fém részecskéktől az utóbbiakra fűjt levegővel elválasztó, a műanyaggranuláló (72) után elhelyezett elutriálót (76); a műanyag részecskékről a papírt és tintás címkéket, valamint egyéb tárgyakat eltávolító, az elutriáló (76) után elhelyezett melegvizes mosóberendezést (80); és a polipropilén részecskéket a többi műanyag részecskéktől elválasztó, a melegvizes mosóberendezés (80) után elhelyezett műnagszeparátort (84).

20. A 19. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy tartalmaz továbbá a műnagszeparátor (84) után elhelyezve egy a polipropilén részecskékről a nedvességet eltávolító szárítót (88).

21. Eljárás gyógyászati hulladék feldolgozására, amelynek során a gyógyászati hulladékot törmelékké bontjuk, a törmelékét tárolóedénybe zárjuk, és a tárolóedényben lévő törmelékét 5–100 MHz-es rádiófrekvenciás fűtőberendezéssel fertőtlenítyük, *azzal jellemezve*, hogy a tárolóedényben (34) lévő törmelékét körülbelül 90–100 °C-ra melegítjük, legalább 5 percig hőtartjuk, majd az így fertőtlenített gyógyászati hulladékot műanyaggá, tüzelőanyaggá és egyéb újrahasznosítható alapanyaggá választjuk szét.

22. A 21. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a hulladékbontási lépést egy aprítógéppel (20) végezzük.

23. A 21. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a törmelék lezárása során a törmelékét a tárolóedénybe (34) juttatjuk, tömörítjük, és a tárolóedényre (34) egy fedelet helyezünk.

24. A 23. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a törmelék tárolóedénybe (34) juttatását egy szállítócsigával (22) végezzük.

25. A 23. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a tömörítést egy pneumatikus préssel (43) végezzük.

26. A 25. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a feldolgozás során a fertőtlenített törmelékét

a tárolóedényből (34) a pneumatikus présbe (43) továbbítjuk.

27. A 26. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy további lépései során a fertőtlenített törmelék-
ket tovább tömörítjük, és a tömörített törmelék-
et huzal-
al átkötjük.

28. Eljárás gyógyászati hulladék feldolgozására, amelynek során a gyógyászati hulladékot szétválasztjuk éles és hegyes tárgyakra valamint egyéb hulladék-
ra, az éles és hegyes tárgyakat törmelékké bontjuk, tárolóedénybe zárjuk, és 5–100 MHz-es elektromágneses térrel melegítjük, *azzal jellemezve*, hogy a lezárt törmelék-
et rádiófrekvenciás sugárzással addig melegítjük, amíg a törmelék körülbelül 90–100 °C hőmérsékletet ér el, majd körülbelül 5 percig ezen a hőmérsékleten tartjuk, és az így fertőtlenített törmelék-
et műanyag-
gá, tüzelőanyaggá és egyéb újrahasznosítható alapanyagokká dolgozzuk fel.

29. A 28. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a fertőtlenített törmelék feldolgozása során a fertőtlenített törmelék-
et mágnesek közelébe visszük, amelyekkel a fémtörmelék-
et eltávolítjuk és a nemfém törmelék-
et visszahagyjuk; a nemesfém törmelék-
et kis, legfeljebb 3 m-es darabokra aprítjuk; az aprított törmelék-
et a műanyag darabok elválasztása végett meleg levegővel fúvatjuk, és a műanyag darabokat a papír és tinta eltávolítása végett meleg vízben mossuk.

30. A 29. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy egy további lépés során a mosott műanyag darabokat a polipropilén darabok elválasztása végett úsztató szeparátorba helyezzük.

31. Eljárás valamely anyag rádiófrekvenciás melegítéssel történő fertőtlenítésre az ívhúzás veszélyének egyidejű csökkenésével, amelynek során az anyagot törmelékké felaprítjuk, *azzal jellemezve*, hogy a rádiófrekven-

ciás sugárzó egységgel történő melegítést a törmelékké történő felaprítási lépés után végezzük.

32. Eljárás valamely anyag rádiófrekvenciás melegítéssel történő fertőtlenítésre az ívhúzás veszélyének egyidejű csökkentésével, amelynek során az anyagot tömörítjük, *azzal jellemezve*, hogy a rádiófrekvenciás sugárzó egységgel történő melegítést a tömörítési lépés után végezzük.

33. A 31. vagy 32. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az említett anyag gyógyászati hulladék.

34. Berendezés valamely anyag rádiófrekvenciás melegítéssel történő fertőtlenítésére az ívhúzás veszélyének egyidejű csökkentésével, amely berendezésnek van egy az anyagot törmelékké felaprító egysége, és egy rádiófrekvenciás melegítő egysége, *azzal jellemezve*, hogy rádiófrekvenciás melegítő egysége technológiai sorrendben az anyagot törmelékké felaprító egység után van elrendezve.

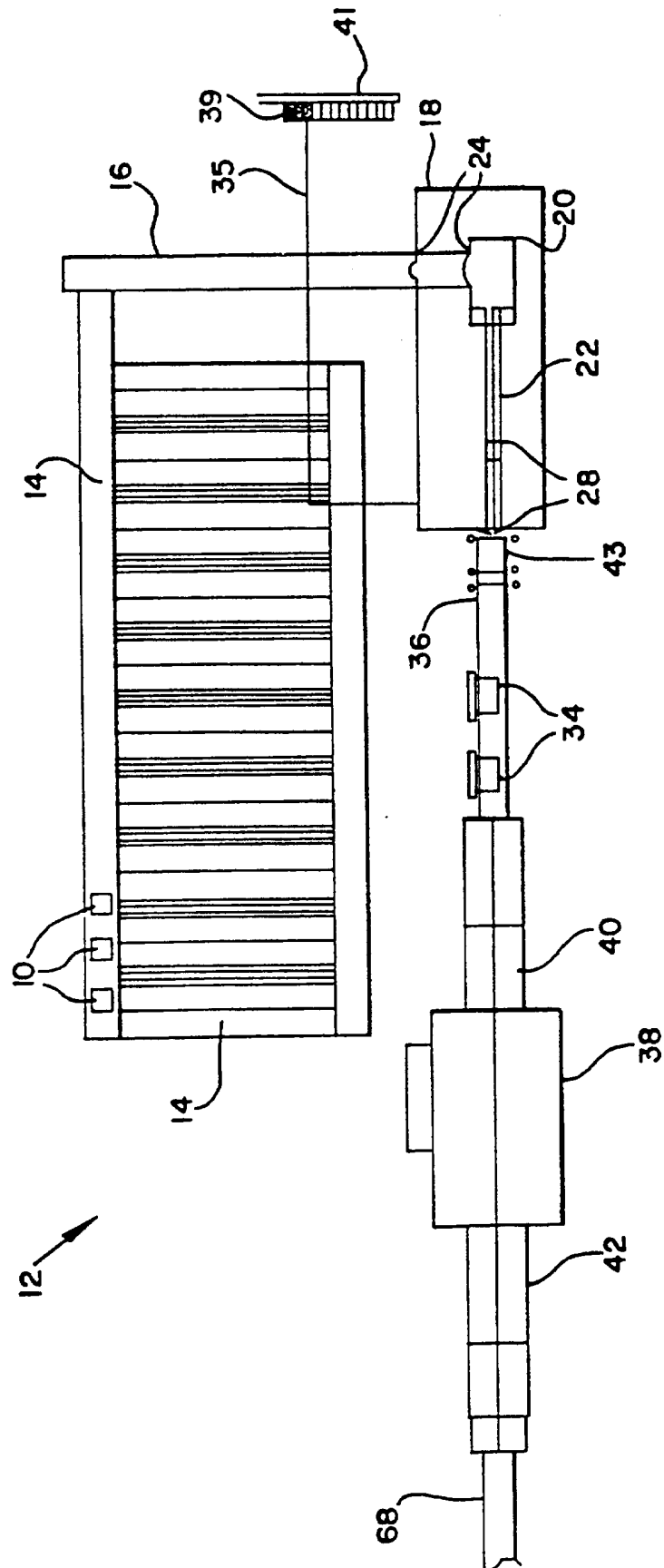
35. Berendezés valamely anyag rádiófrekvenciás melegítéssel történő fertőtlenítésre, amely berendezésnek van egy az anyagot tömörítő egysége, és egy rádiófrekvenciás melegítő egysége, *azzal jellemezve*, hogy rádiófrekvenciás melegítő egysége technológiai sorrendben a tömörítő egység után van elrendezve.

36. A 34. vagy 35. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy az említett anyag gyógyászati hulladék.

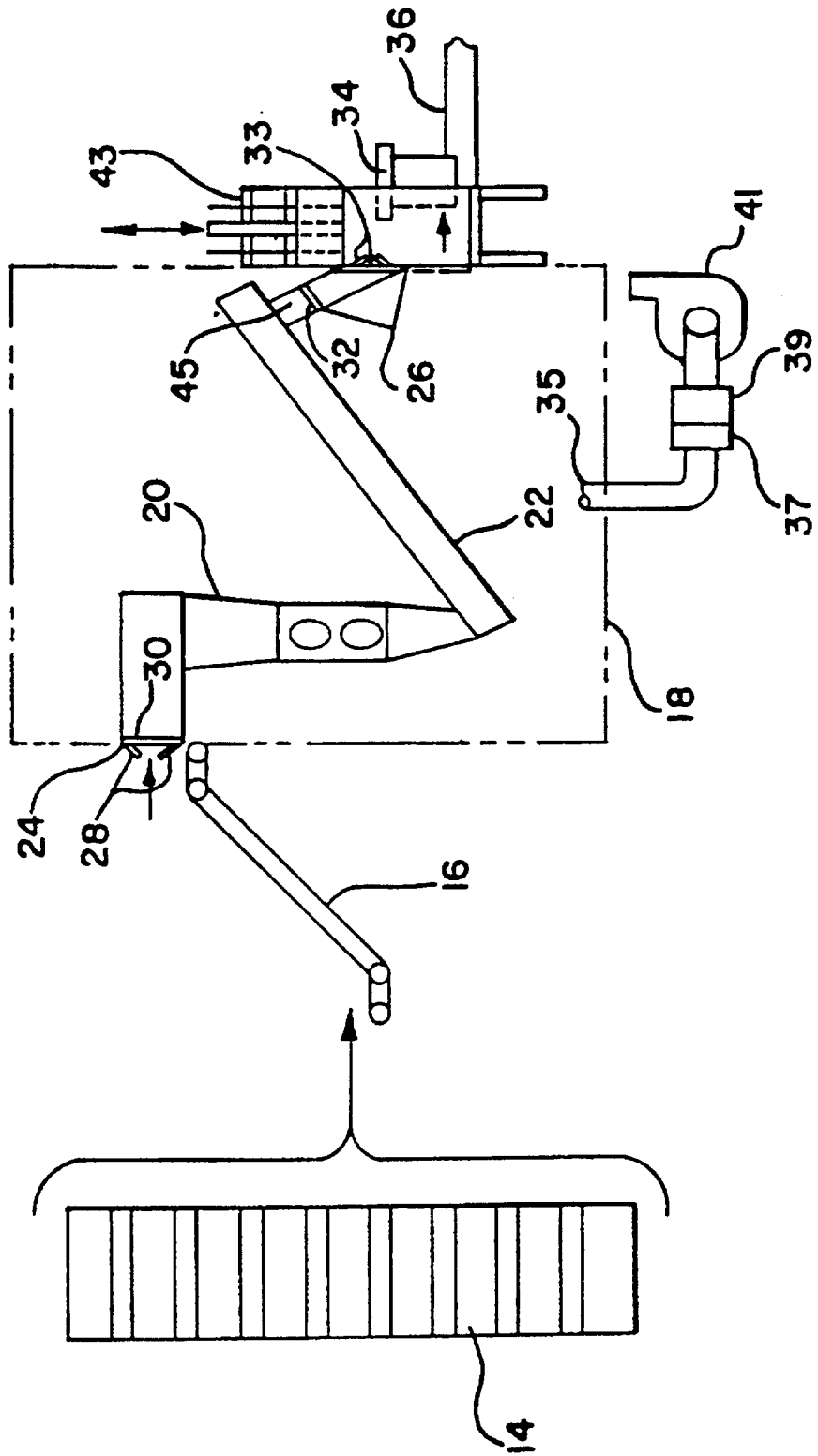
37. A 21. igénypont szerinti eljárás gyógyászati hulladék feldolgozására, *azzal jellemezve*, hogy Bacillus subtilis tartalmú gyógyászati hulladékot dolgozunk fel és fertőtlenítünk.

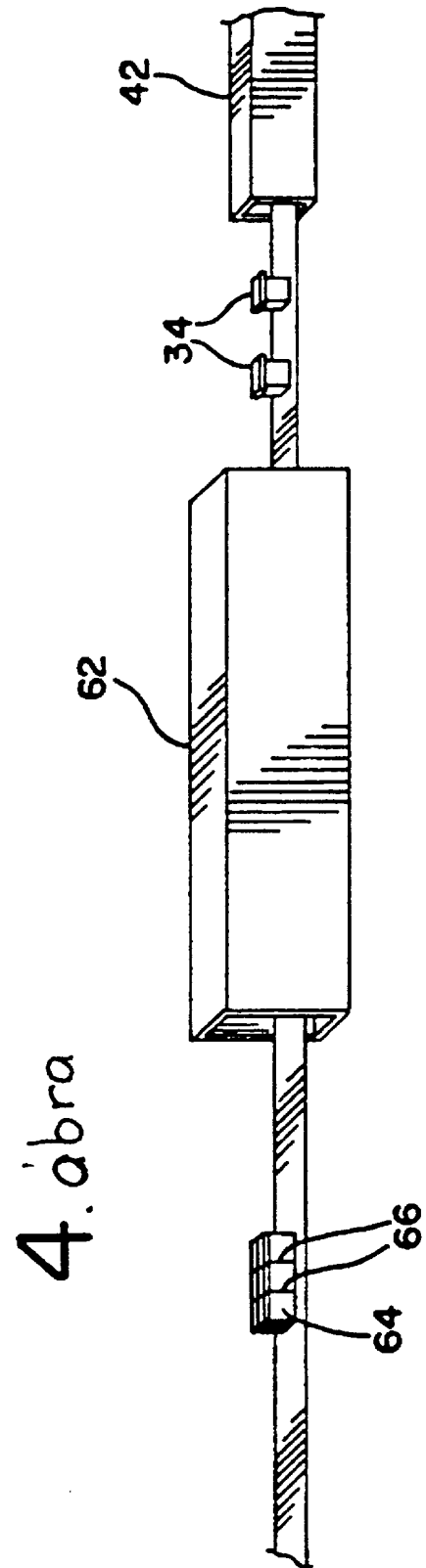
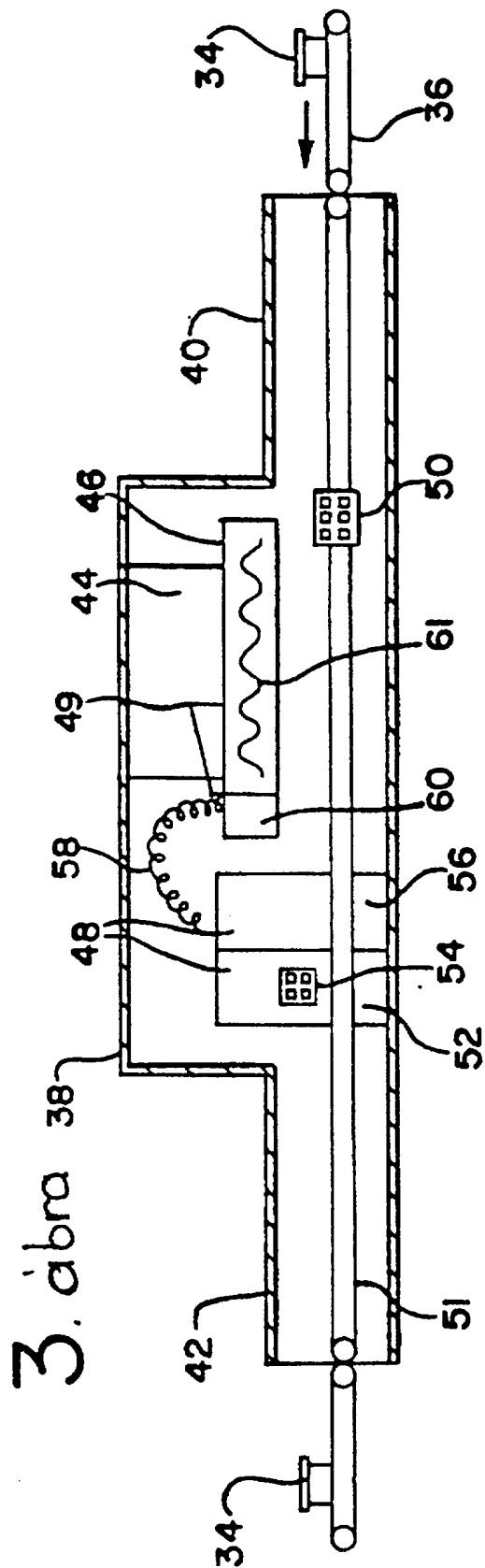
38. A 27. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a Bacillus subtilis tartalmú gyógyászati hulladékot 90–100 °C-ra melegítve 5 perc időtartamig tartjuk ezen a hőmérsékleten.

1. ábra



2. ábra





5. ábra

