FI000109519B

(12) **PATENTTIJULKAISU**
PATENTSKRIFT

(10) **FI 109519 B**

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats **30.08.2002**

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7
A24F 47/00

(21) Patenttihakemus - Patentansökning **955875**

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag **07.12.1995**

(24) Alkupäivä - Löpdag **06.04.1995**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig **07.12.1995**

(86) Kv. hakemus - Int. ansökan **PCT/US95/04343**

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet

08.04.1994 US 224848 P 09.01.1995 US 370125 P

SUOMI – FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(73) Haltija - Innehavare

1 •Philip Morris Products Inc., 3601 Commerce Road, Richmond, VA 23234, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Hajaligol,Mohammad R., 3322 Old Courthouse Road, Apartment H, Richmond, VA 23236, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
2 •Fleischhauer,Grier S., 1004 Lady Jean Court, Midlothian, VA 23313, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
3 •Deevi,Seetharama C., 129 High Point Lane, Oak Ridge, TN 37830, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
4 •Higgins,Charles T., 30 Glenbrooke Circle, Richmond, VA 23229, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
5 •Hayes,Patrick H., 4540 Forrestal Road, Chester, VA 23831, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
6 •Herman,Herbert, 30 Waterview Drive, Port Jefferson, NY 11777, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
7 •Gansert,Robert V., 20 Williams Boulevard, Apartment 2D, Lake Grove, NY 11755, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
8 •Collins,Alfred L., 2058 Hancock Road, Powhatan, VA 23139, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
9 •Keen, Jr.,Billy J., 12911 Blue Stack Court, Chesterfield, VA 23832, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
10 •Laroy,Bernard C., 12821 Bailey Bridge Road, Richmond, VA 23112, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
11 •Lilly, Jr.,A. Clinton, 9641 Waterfowl Flyway, Chesterfield, VA 23832, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud: Borenius & Co Oy Ab
Kansakoulukuja 3, 00100 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Putkimainen kuumennin sähköisessä savuketuotteessa käyttöä varten
Rörformig värmare för användning i en elektrisk rökningsprodukt

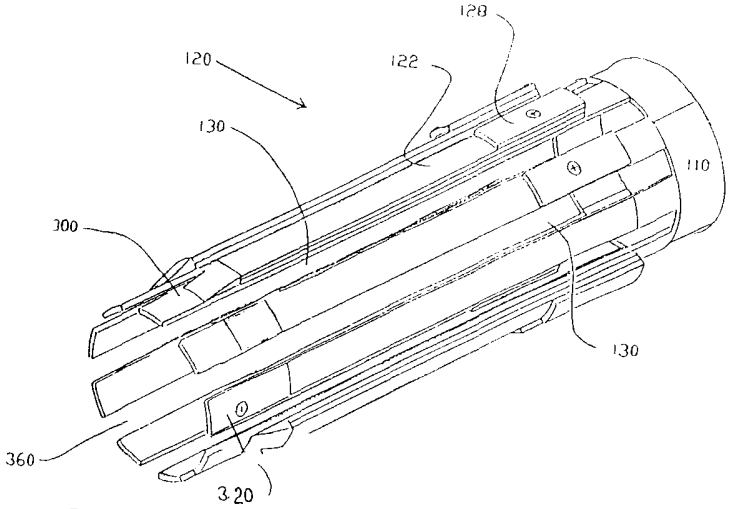
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

---

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Sylinterimäinen putki (300) muodostetaan mekaanisesti lujasta ja taipuisasta, sähköä johtavasta materiaalista kuten metallista, ja siinä on lukuisia erillisiä alueita. Sähköä eristävä kerros (310), joka on esimerkiksi keraamista ainetta, muodostetaan ulkopinnalle yhtä paljasta osaa (110) lukuunottamatta. Sitten sähköä vastustavat kuumentimet (122) muodostetaan eristettyjen alueiden päälle js ne liitetään sähköisesti niiden yhdestä päästä niiden alla olevaan, sähköä johtavaan alueeseen. Sähköä johtava materiaali kytketään teholähteen negatiiviseen napaan.

Kaikkien kuumentimien toinen pää on sovitettu kytkettäväksi teholähteen positiiviseen napaan. Tällä tavalla muodostuu sähkövastukseen perustuva kuumentava piiri, jossa putki toimii kaikkien kuumenninelementtien yhteisenä johtimena. Tämä putkimainen kuumennin voi käsittää paljaan pääkeskiön, jossa on lukuisia siitä ulottuvia lapoja. Kukin lapa voi käsittää sen päälle kerrostetun yksittäisen kuumentimen. Vaihtoehtoisesti, joka toisen lavan päälle on voitu kerrostaa kuumennin. Lavat, joissa ei ole kuumenninta, toimivat esteinä, jotka minimoivat kehittyneiden höyryjen uloskarkaamisen. Nämä estolevyt toimivat myös viereisten lapojen päällä olevien kuumentimien lämpönieluna.



Ett cylindriskt rör (300) tillverkas av ett mekaniskt hållbart och flexibelt elektriskt ledande material, såsom en metall och det har ett antal separerade områden. Ett elektriskt isolerande lager (310) såsom ett keramiskt material anbringas på den yttre ytan förutom på ett bart område (110). Elektriskt resistiva värmare (122) anbringas sedan på de isolerade områdena och de kopplas elektriskt i sin ena ända till det underliggande elektriskt ledande området. Den elektriska ledaren kopplas till den negativa terminalen i en energikälla. Alla värmares andra ända är anpassade att kopplas till källans positiva terminal. Sålunda bildas en elektriskt resistiv värmekrets, där röret fungerar som en gemensam ledare för alla värmeelementen. Den rörformiga värmaren kan omfatta ett bart ändcentrum med ett antal blad som utgår från detsamma. På varje blad kan ha anbringats en individuell värmare. Alternativt kan vartannat blad ha en värmare anbringad därpå. De blad som saknar värmare fungerar som barriärer för att minimera utåtriktad avgång av genererade ångor. Dessa barriärblad fungerar även som värmesänken för värmarna på de bredvidliggande bladen.

109519

Putkimainen kuumennin sähköisessä savuketuotteessa käyttöä varten
Rörformig värmare för användning i en elektrisk röknings-produkt

Esillä olevan keksinnön kohteena ovat yleisesti kuumentimet sähköisessä savuketuotteessa käyttöä varten ja erityisemmin putkimainen kuumennin sähköisessä savuketuotteessa käyttöä varten.

Tähän saakka tunnetut tavanomaiset savukevälineet tuottavat flavoria ja aromia käyttäjälle tupakan palamisen seurauksena. Palavaa materiaalia oleva massa, joka on pääasiassa tupakkaa, hapettuu siihen kohdistetun lämmön seurauksena, tyypillisten palamislämpötilojen ollessa tavanomaisessa savukkeessa yli 800 °C savukkeen imemisen aikana. Lämpö saadaan kulkemaan viereisen tupakkamassan läpi imemällä suupäätä. Tämän kuumenemisen aikana tapahtuu palavan materiaalin epätäydellistä hapettumista, josta saadaan erilaisia tislautumis- ja pyrolyysituotteita. Näiden tuotteiden kulkeutuessa koko savukevälineen läpi käyttäjän suuta kohden, ne jäähtyvät ja lauhtuvat muodostaen aerosolia tai höyryä, josta käyttäjä saa savukkeen polttamiseen kuuluvaa flavoria ja aromia.

Tavanomaisiin savukkeisiin liittyy erilaisia tiedostettuja haittoja. Niistä voidaan mainita savusivuvirta savukkeen hehkuessa imaisujen välillä, joka savusivuvirta saattaa olla epämiellyttävää joillekin sellaisille henkilöille, jotka eivät itse polta. Samoin, kun savuke sytytetään, se on poltettava täydellisesti tai heitettävä pois. Tavanomaisen savukkeen sytyttäminen uudestaan on mahdollista, mutta tavallisesti kuitenkin epäedullista arvostelukykyiselle polttajalle subjektiivisista syistä (flavori, maku, haju).

Tavanomaisempien savukkeiden tämänhetkisistä vaihtoehdoista voidaan mainita ne, joissa palava materiaali ei itse tuota suoraan flavoriaineita savukkeen polttajan sisäänhengitämään

aerosoliin. Näissä savuketuotteissa poltetaan palavaa kuumennuselementtiä, joka on tyypillisesti luonteeltaan hiiltä sisältävää, ilman kuumentamiseksi sen kulkiessa tämän kuumennuselementin yli ja sellaisen vyöhykkeen läpi, joka sisältää lämmön vaikutuksesta aktivoituvia, flavoriaineita sisältävää aerosolia vapauttavia elementtejä. Vaikka tämän tyyppinen savukeväline tuottaakin vain hyvin vähäin tai ei lainkaan savusivuvirtaa, niin kuitenkin se tuottaa edelleen palamistuotteita, ja sen jälkeen, kun se on sytytetty, sitä ei voida sammuttaa myöhempää käyttöä varten tavanomaisessa mielessä.

Sekä tavanomaisemmassa savukevälineessä että hiilielementin avulla kuumennetussa savukevälineessä, jotka molemmat on kuvattu edellä, palamista tapahtuu niiden käytön aikana. Tämä prosessi tuottaa luonnollisesti monia sivutuotteita palavan materiaalin hajotessa ja vuorovaikuttaessa ympäröivän ilmakehän kanssa.

Samalle hakijalle siirretyissä US-patenttijulkaisuissa 5 093 894; 5 225 498; 5 060 671 sekä 5 095 921 on kuvattu erilaisia, sähkövastukseen perustuvia kuumennuselementtejä ja flavoria tuottavia tuotteita, jotka vähentävät merkittävästi savusivuvirtaa samalla kun polttaja voi valinnan mukaan keskeyttää polttamisen ja aloittaa sen uudestaan. Näissä patenttijulkaisuissa kuvatut savuketuotteet eivät ole kuitenkaan kovinkaan kestäviä ja ne voivat luhistua, repeytyä tai murtua pitkäaikaisen tai rajun käsittelyn seurauksena. Tietyissä olosuhteissa nämä tekniikan nykytason mukaiset savuketuotteet voivat murskaantua niitä sähkösytyttimiin sijoitettaessa. Polttamisen jälkeen ne ovat vieläkin hauraampia ja ne voivat repeytyä tai murtua niitä sytyttimestä poistettaessa.

Kansainvälisessä patenttihakemuksessa WO 94/06314 on kuvattu sähköinen savukejärjestelmä, johon kuuluu uusi, sähkökäyttöinen sytytin ja uusi savuke, jonka on tarkoitus toimia yhdessä tämän sytyttimen kanssa. Tämän sytyttimen edullinen suoritusmuoto käsittää lukuisia metallisia, sinimuotoisesti toimivia kuumentimia sijoitettuina sellaiseksi kokoonpanoksi,

joka ottaa liukuen vastaan tähän savukkeeseen kuuluvan tupakkatanko-osan.

Patenttijulkaisun WO 94/06314 mukaisen savukkeen edullinen suoritusmuoto käsittää edullisesti tupakalla täytetyn putkimaisen kantajan, tämän putkimaisen kantajan ympärille kääritytyn savukepaperin, kantajan suukappalepäässä sijaitsevan, läpivirtauksen sallivista suodatintulpista muodostetun järjestelyn sekä kantajan vastakkaisessa päässä (etäpäässä) sijaitsevan suodatintulpan, joka edullisesti rajoittaa akselin suuntaista ilmavirtausta savukkeen läpi. Savuke ja sytytin ovat rakenteeltaan sellaiset, että kun savuke sijoitetaan sytyttimeen, ja kun yksittäiset kuumentimet aktivoituvat kutakin imaisua varten, niin tällöin tapahtuu paikallista hiiltymistä niissä savukkeen ympärillä olevissa pisteissä, joissa kukin kuumennin nojasi savukkeeseen. Sen jälkeen, kun kaikki kuumentimet ovat aktivoituneet, nämä hiiltyneet pisteet sijaitsevat lähellä toisiaan ja ne ympäröivät savukkeeseen kuuluvan kantajaosan keskiosan. Kuumentimien suurimmista lämpötiloista ja niiden tuottamista kokonaisenergiamääristä riippuen nämä hiiltyneet pisteet ovat enemmän kuin vain pelkkiä värjäytyneitä kohtia savukepaperissa. Useimmissa sovellutuksissa tämä hiiltyminen tuottaa savukepaperiin ja sen alla olevaan kantajamateriaaliin vähintään pieniä murtumia, jotka pyrkivät heikentämään mekaanisesti savuketta. Kun savuke vedetään ulos sytyttimestä, niin nämä hiiltyneet pisteet on liu'utettava vähintään osittain kuumentimien ohi. Hankalissa olosuhteissa, esimerkiksi silloin, kun savuke on märkä tai kun sillä on leikitty tai kun sitä on kierretty, savuke saattaa murtua helposti tai siitä voi jäädä paloja sytyttimeen sitä siitä pois vedettäessä. Sytyttimen kiinnittimeen jääneet palat voivat häiritä sytyttimen asianmukaista toimintaa ja/tai ne voivat väristää seuraavan savukkeen savun makua. Mikäli savuke katkeaa kahdeksi osaksi sitä poisvedettäessä, niin polttaja ei ehkä ainoastaan vain turhaudu kelvottoman savuketuotteen johdosta, vaan hän joutuu myös puhdistamaan jätteet pois tukkeutuneesta sytyttimestä ennenkuin hän voi nauttia uuden savukkeen.

Patenttijulkaisun WO 94/06314 mukaisen savukkeen edullinen suoritusmuoto on olennaisesti savukkeen suukappalepäässä sijaitsevien suodatintulppien ja etäpäässä sijaitsevan tulpan välinen ontto putki. Tämän rakenteen oletetaan parantavan polttajan saantoa, koska siinä on saatu aikaan riittävä tila, johon aerosoli voi purkautua kantajasta siten, että aerosoli osuu ja mahdollisimman vähän millekään lähipinnalle sillä mahdollisimman vähän lauhtuen.

Alalla on tehty lukuisia ehdotuksia epätoivotun savusivuvirran merkittäväksi vähentämiseksi, samalla kun polttaja voi keskeyttää tuotteen polttamisen toivotun pituiseksi ajaksi, jonka kuluttua polttaminen voidaan aloittaa uudestaan. Esimerkiksi samalle hakijalle siirretyissä US-patenttijulkaisuissa 5 093 894 ; 5 225 498; 5 060 671 ja 5 095 921 on kuvattu erilaisia kuumennuselementtejä ja flavoria tuottavia tuotteita. Patenttijulkaisussa WO 94/06314 on kuvattu sähköinen savuketuote, jonka kuumentimet käynnistyvät sen jälkeen, kun säätävä ja looginen piiri on havainnut imun. Näillä kuumentimilla on edullisesti suhteellisen ohut kierremäinen rakenne sopivien lämpömäärien siirtämiseksi savukkeeseen, ja nämä kuumentimet ovat keveitä.

Vaikka näiden välineiden ja kuumentimien avulla päästäänkin eroon todetuista ongelmista ja vaikka niillä saavutetaankin mainitut tavoitteet, niin kuitenkin useiden suoritusmuotojen haittana on merkittävän lauhdemäärän muodostuminen tupakkaflavorivälaainetta kuumennettaessa höyryjen muodostamiseksi. Nämä höyryt saattavat aiheuttaa ongelmia niiden lauhtuessa useiden, suhteellisesti viileämpien sähkökontaktien sekä niihin liittyvän säätävän ja loogisen piirin päälle. Lisäksi lauhtuminen voi vaikuttaa savukkeen sisältämästä tupakkamateriaalista saatuun subjektiiviseen flavoriin. Vaikka ohessa ei halutakaan rajoittua mihinkään teoriaan, niin kuitenkin oletetaan, että lauhtuminen johtuu tuotteen ja nykyisellä tavalla suunniteltujen kuumenninkokonaisuuksien läpi imetyn ympäröivän ilman virtauskuviosta ja painegradientista. Tupakkaflavorivälaaineen kuumentaminen vapauttaa höyryjä, jotka

jäähtyvät tämän jälkeen lauhtuakseen sitten suhteellisesti viileämpien komponenttien pinnalla. Tämä lauhtuminen voi aiheuttaa oikosulkua ja muita epätoivottuja toimintahäiriöitä.

Lisäksi ehdotetuissa kuumentimissa tapahtuu mekaanista heikkenemistä ja niissä esiintyy mahdollisesti vauroita sylinterimäisen tupakkamateriaalin paikoilleensijoittamisesta ja poistamisesta aiheutuneiden sekä myös paikoilleensijoitetun savukkeen asettelusta tai sillä leikkimisesta johtuvien rasitusten seurauksena.

Samoin näissä sähköisissä savuketuotteissa käytetään sähkövastukseen perustuvia kuumentimia, jotka edellyttävät suhteellisen monimutkaisten sähköisten kytkentöjen käyttöä, joita kytkentöjä savukkeen paikoilleensijoittaminen ja poistaminen voi häiritä. Keksinnön mukainen laite ja menetelmä on määritelty oheisissa patenttivaatimuksissa. Keksinnön mukaisesti aikaan on saatu kuumennin savuketuotteessa käyttöä varten, johon kuumentimeen kuuluu sähköenergian lähde tupakkaflavoriväliaineen kuumentamiseksi, ja joka kuumennin käsittää:

sähköä johtavaa materiaalia olevan substraatin;

vähintään osittain tämän substraatin päälle kerrostetun sähköeristeen; sekä

tämän sähköeristeen päälle kerrostetun, sähkövastukseen perustuvan kuumenninelementin, jonka kuumenninelementin ensimmäinen pää on kytketty sähköisesti mainittuun sähköä johtavaan substraattiin, ja jonka kuumenninelementin toinen pää sekä kuumenninelementin osa, joka sijaitsee kuumenninelementin ensimmäisen ja toisen pään välissä, on eristetty sähköisesti mainitun eristeen avulla mainitusta sähköä johtavasta substraatista,

jossa kuumentimessa mainittu substraatti ja kuumenninelementin mainittu toinen pää on sovitettu olemaan kytkettävissä

sähköisesti sähköenergian lähteeseen, jolloin muodostuu vastukseen perustuva kuumentava piiri mainitun kuumenninelementin kuumentamiseksi, joka kuumenninelementti puolestaan kuumentaa tupakkaflavoriväliainetta.

Keksinnössä on myös saatu aikaan kuumennin savuketuotteessa käyttöä varten, jossa kuumentimessa on sähköenergian lähde sylinterimäisen savukkeen kuumentamiseksi, tämän kuumentimen käsittäessä:

sähköä johtavaa materiaalia olevan sylinterimäisen putken, joka on varustettu lukuisilla, sen läpi menevillä raoilla, jotta saataisiin määritetyksi (a) lukuisia sähköä johtavia lapoja, jotka määrittävät pesän paikoilleen sijoitetun sylinterimäisen savukkeen vastaanottamiseksi, sekä (b) sähköä johtava, savuketuotteen sisällä kannatettu, yhteinen pääkeskiö, josta nämä lavat ulottuvat;

sähköeristeen, joka on kerrostettu vähintään yhden, näiden lukuisten sähköä johtavien lapojen joukosta valitun lavan päälle;

mainitun eristeen päälle kerrostetun, sähkövastukseen perustuvan kuumenninelementin, jonka elementin ensimmäinen pää on kytketty sähköisesti vähintään yhteen, näiden lukuisten sähköä johtavien lapojen joukosta valittuun lapaan, ja jonka kuumenninelementin toinen pää sekä kuumenninelementin osa, joka sijaitsee ensimmäisen ja toisen pään välissä, on eristetty sähköisesti mainitun eristeen avulla mainitusta, vähintään yhdestä sähköä johtavasta lavasta;

ja jossa kuumentimessa pääkeskiö on sovitettu olemaan sähköisessä kosketuksessa sähköenergian lähteen kanssa, ja mainitun kuumenninelementin mainittu toinen pää on sovitettu olemaan sähköisessä kosketuksessa sähköenergian lähteen kanssa, jolloin muodostuu vastukseen perustuva kuumentava piiri mainitun sähkövastukseen perustuvan kuumenninelementin kuumentamiseksi, joka kuumenninelementti kuumentaa puolestaan paikoil-

leen sijoitettua savuketta.

Keksinnössä on edelleen saatu aikaan menetelmä sellaisen kuumentimen muodostamiseksi, jota kuumenninta on tarkoitus käyttää sähköisessä savuketuotteessa sylinterimäisen savukkeen kuumentamiseksi, tämän menetelmän käsittäessä vaiheet, joissa:

otetaan käyttöön sähköä johtavaa materiaalia;

tästä sähköä johtavasta materiaalista muodostetaan (a) lukuisia lapoja, joiden välissä on rakoja, ja (b) yhteinen päälohko, näiden lapojen ulottuessa tästä yhteisestä päälohkosta;

sähköeriste muodostetaan vähintään yhden näiden lukuisten sähköä johtavien lapojen joukosta valitun lavan päälle;

tämän muodostetun sähköeristeen päälle muodostetaan sähkövastukseen perustuva kuumennin siten, että kuumentimen ensimmäinen pää on sähköisessä kosketuksessa mainitun, vähintään yhden sähköä johtavan lavan kanssa;

muodostetun kuumentimen toiseen päähän muodostetaan sähkökosketin; ja

näistä lukuisista lavoista ja yhteisestä lohkosta muodostetaan sylinterimäinen pesä paikoilleen sijoitettavan savukkeen vastaanottamiseksi.

Keksinnön suoritusmuotona toimivan kuumentimen etuna on se, että se tuottaa tupakkamateriaalista ilman pitkittynyttä palamista.

Keksinnön suoritusmuodoilla voi olla se etu, että ne vähentävät epätoivotun savusivuvirran muodostumista, ja se lisäetu, että polttaja voi keskeyttää käytön ja aloittaa sen uudestaan.

Edelleen, edellä mainitut edut voidaan saavuttaa samalla kun aerosolin tai savun lauhtuminen savuketuotteessa vähenee.

Keksinnön edullisen suoritusmuodon etuna voi olla se, että aikaan saadaan toivottu lukumäärä imaisuja, ja se, että tätä suoritusmuotoa voidaan muokata vaivattomasti aikaansaatujen imaisujen lukumäärän ja/tai keston muuttamiseksi tupakan subjektiivisia ominaisuuksia heikentämättä.

Keksinnön suoritusmuotojen etuna voi olla se, että aikaan saadaan kuumennuselementti savuketuotetta varten, joka elementti on mekaanisesti sopiva ajatellen savukkeen paikoilleensijoitusta ja sen poistamista; jossa voidaan yksinkertaistaa sähkövastuskuumentimen kytkentöjä siihen liittyvään teholähteeseen; ja jonka avulla saadaan aikaan kuumennin, jonka valmistaminen on taloudellisempaa. Nämä edut saavutetaan edullisesti yksinkertaisella ja vaivattomalla tavalla.

Keksinnön edullisessa suoritusmuodossa on saatu aikaan sylinterimäinen putki mekaanisesti lujasta ja taipuisasta, sähköä johtavasta materiaalista kuten metallista, ja se käsittää lukuisia erillisiä alueita. Sähköä eristävä kerros, joka on esimerkiksi keraamista ainetta, laitetaan ulkopinnalle lukuunottamatta yhtä paljaaksi jäävää osaa. Sitten näihin eristettyihin alueisiin laitetaan sähkövastusmateriaaleja ja ne kytketään sähköisesti alla olevan, sähköä johtavan alueen yhteen päähän kuumennielementtien muodostamiseksi. Tämä sähköä johtava alue liitetään teholähteen negatiiviseen napaan. Kaikkien kuumentimien toinen pää on sovitettu kytkettäväksi lähteen positiiviseen napaan. Tällä tavalla saadaan muodostetuksi sähkövastukseen perustuva kuumentava piiri, jossa putki toimii kaikkien kuumennuselementtien yhteisenä elimenä.

Putkimainen kuumennin voi käsittää paljaan pääkeskiön, josta alkaa lukuisia lapoja. Kukin lapa voi käsittää sen päälle sijoitetun erillisen kuumentimen. Vaihtoehtoisesti joka toinen lapa voi käsittää sen päälle sijoitetun kuumentimen. Lavat, joissa ei ole kuumenninta, toimivat esteinä, jotka minimoivat kehitettyjen höyryjen pakenemista ulospäin. Nämä estolavat

toimivat myös niiden vieressä sijaitsevien lapojen käsittämien kuumentimien lämpönieluna.

Seuraavassa kuvataan esimerkinomaisesti keksinnön suoritusmuotoja viittaamalla liitteenä oleviin piirustuksiin, joissa:

Kuvio 1 on osittain avattu perspektiiviesitys savuketuotteesta, jossa käytetään esillä olevan keksinnön erään suoritusmuodon mukaista kuumenninta;

Kuvio 2 on poikkileikkaus, sivultapäin katsoen, savukkeesta, jota käytetään esillä olevan keksinnön erään suoritusmuodon yhteydessä;

Kuvio 3 on poikkileikkaus, sivultapäin katsoen, esillä olevan keksinnön erään suoritusmuodon mukaisesta kuumentimen kiinnittimestä;

Kuvio 4 on avoin sivukuva esillä olevan keksinnön erään suoritusmuodon mukaisesta putkimaisesti kuumentimesta;

Kuvio 5 on avoin sivukuva kuumenninlavasta, jossa on metallisubstraatti;

Kuvio 6A on perspektiiviesitys kaksoiskeskiöistä, joiden välissä ulottuu lukuisia, vuorottelevia esto- ja kuumenninlapoja;

Kuvio 6B on samankaltainen suoritusmuoto kuin kuviossa 6A, paitsi että lapojen väliset raot ovat pitkänomaisen U-kirjaimen muotoisia;

Kuvio 7 on perspektiiviesitys kuvion 6A mukaisesta suoritusmuodosta, jossa jokaisen määritetyn lavan päälle on sijoitettu kuumennin-elementti;

Kuvio 8 on perspektiiviesitys kuumentimesta, jossa on vain yksi kannattava keskiö;

Kuvio 9 on perspektiiviesitys putkimaisesta kuumentimesta, jossa on kiertyneitä rakoja;

Kuvio 10 on avoin sivukuva putkimaisesta kuumentimesta, jossa kuumenninlapojen sisäpinnalla on kuumenninelementtejä;

Kuvio 11 on perspektiiviesitys kuumenninlapojen järjestelystä ennen rullaksi kääntämistä;

Kuvio 12 on perspektiiviesitys putkimaisesta kuumentimesta, jossa on yhteinen lapa;

Kuvio 13 esittää ylhäältäpäin katsoen kuumenninlapojen järjestelyä ennen taittamista; ja

Kuvio 14 on perspektiiviesitys putkimaisen kuumentimen toisenlaisesta järjestelystä.

Kuviot 1 ja 2 esittävät yleisesti esillä olevan keksinnön erään suoritusmuodon mukaista savukejärjestelmää 21. Tämä savukejärjestelmä 21 käsittää sylinterimäisen, aerosolia tuottavan putken tai savukkeen 23 sekä uudestaan käytettävän sytyttimen 25. Savuke 23 on tarkoitus sijoittaa sytyttimen 25 etupäässä 29 olevaan aukkoon 27 ja poistaa tästä aukosta. Tätä savukejärjestelmää 21 käytetään jokseenkin samalla tavalla kuin tavanomaista savuketta. Savuke 23 heitetään pois yhden tai useamman imaisujakson jälkeen. Sytytin 25 heitetään pois edullisesti savukkeeseen 23 verrattuna useampien imaisujaksojen jälkeen.

Sytyttimeen 25 kuuluu kuori 31 ja siinä on etuosa 33 ja takaosa 35. Teholähde 37 energian saamiseksi kuumennuselementteihin ja edelleen savukkeen 23 kuumentamiseksi on sijoitettu edullisesti sytyttimen 25 takaosaan 35. Takaosa 35 on edullisesti sellainen, että se voidaan avata ja sulkea helposti, esimerkiksi ruuveilla tai pikaliitoskomponenteilla, teholähteen 37 vaihtamisen helpottamiseksi. Etuosaan 33 on edullisesti si-

joitettu kuumennuselementit sekä johdot sähköyhteyteen takaosassa 35 sijaitsevan teholähteen 37 kanssa. Etuosa 33 on edullisesti liitettävissä helposti takaosaan 35, esimerkiksi pyrstöliitoksella tai muhviliitoksella. Kuori 31 on tehty edullisesti kovasta, kuumuutta kestävästä materiaalista. Edullisista materiaaleista voidaan mainita metallipohjaiset materiaalit, edullisemmin, polymeeripohjaiset materiaalit. Kuori 31 on edullisesti sellainen, että se sopii mukavasti polttajan käteen, ja tällä hetkellä edullisessa suoritusmuodossa sen kokonaismitat ovat 10,7 cm x 3,8 cm x 1,5 cm.

Teholähde 37 on mitoitettu riittävän suuruisen tehon saamiseksi savuketta 23 kuumentaviin kuumennuselementteihin. Tämä teholähde 37 voidaan edullisesti vaihtaa uuteen ja ladata uudestaan ja esimerkkeinä voidaan mainita sellaiset välineet kuten kondensaattori tai edullisemmin paristo. Tällä hetkellä edullisessa suoritusmuodossa teholähde on uuteen vaihdettava ja uudestaan ladattava paristo, josta esimerkkinä voidaan mainita neljä sarjaan kytkettyä, nikkeli-kadmium-paristokennoa, jonka kuormittamaton kokonaisjännite on noin 4,8-5,6 volttia. Teholähteeltä 37 vaaditut tunnusomaiset piirteet valitaan kuitenkin ottamalla huomioon savukejärjestelmän 21 muiden komponenttien tunnusomaiset piirteet, erityisesti kuumennuselementtien tunnusomaiset piirteet. US-patenttijulkaisussa 5 144 962 on kuvattu useita erilaisia teholähteitä, joita voidaan käyttää esillä olevan keksinnön mukaisen savukejärjestelmän yhteydessä, ja joista voidaan mainita uudestaan ladattavat paristolähteet ja nopeasti purkautuvaan kondensaattoriin perustuvat teholähteet, jotka varataan paristojen avulla, ja jonka julkaisun kuvaus liitetään oheen tällä viittauksella.

Olennaisesti sylinterimäinen kuumentava kiinnitin 39 savukkeen 23 kuumentamiseksi ja edullisesti savukkeen pitämiseksi paikoillaan sytyttimeen 25 nähden, sekä sähköiset säätöpiirit 41 ennalta määrätyn energiamäärän vapauttamiseksi teholähteestä 37 kuumentavaan kiinnittimeen kuuluviin kuumennuselementteihin (joita ei ole esitetty kuvioissa 1 ja 2) on

sijoitettu edullisesti sytyttimen etuosaan 33. Kuten jäljempänä on yksityiskohtaisemmin kuvattu, yleensä pyöreä, päättävä pääkeskiö 110 on kiinnittety esim. hitsaamalla kuumentavan kiinnittimen 39 sisään sijoittamista varten, kiinnittämällä esimerkiksi välikappaleeseen 49, kuten kuviosta 3 nähdään. Mikäli kuumentimessa on kaksi pääkeskiötä, niin tällöin kumpi tahansa keskiö voi olla kiinnitetty päättävä pää. Tällä hetkellä edullisessa suoritusmuodossa kuumentava kiinnitin 39 käsittää lukuisia, säteittäisesti jollakin etäisyydellä sijaitsevia kuumennuselementtejä 122, jotka ulottuvat keskiöstä ja joita keskiö kannattaa, kuten kuviosta 3 nähdään, ja kuten jäljempänä on kuvattu yksityiskohtaisemmin, ja joihin elementteihin johdetaan toisistaan erillään energiaa tehonlähteestä 37 piirin 41 säätelyn alaisuudessa siten, että saadaan kuumennetuksi eräs lukumäärää, esimerkiksi kahdeksan, paikoilleen sijoitetun savukkeen 23 kehän ympärillä sijaitsevaa aluetta. Kahdeksaa kuumennuselementtiä 122 pidetään edullisena kahdeksan imaisun kehittämiseksi samoin kuin tavanomaisesta savukkeesta, ja kahdeksan kuumennuselementin tapauksessa sähköinen säätäminen voidaan myös toteuttaa binäärisillä välineillä. Toivottu lukumäärä imaisuja voidaan tuottaa, imaisujen lukumäärän ollessa esimerkiksi mikä tahansa alueella 5-16 oleva lukumäärä, sen ollessa edullisesti 6-10 tai 8 paikoilleensijoitettua savuketta kohden. Kuten jäljempänä on tarkasteltu, kuumentimien lukumäärä voi ylittää savukkeesta toivottujen imaisujen lukumäärän.

Imaisun käynnistämä tuntoelin 45 aktivoi edullisesti piirin 41, kuten kuviosta 1 nähdään, joka tuntoelin reagoi joko paineen pienenemiseen sen seurauksena, että polttaja imee savuketta 23. Tämä imaisun käynnistämä tuntoelin 45 on sijoitettu edullisesti sytyttimen eteen 33, ja se on yhteydessä kuumentavan kiinnittimen 39 sisällä olevaan ja lähellä savuketta 23 sijaitsevaan tilaan välikappalen ja kuumentavan kiinnittimen pohjan läpi ulottuvan kanavan ja toivottaessa imaisun tunnistavan putken (ei esitetty) välityksellä. Savukejärjestelmässä 21 käyttökelpoinen, imaisun käynnistämä tuntoelin 45 on kuvattu US-patenttijulkaisussa 5 060 671, jonka julkaisun

sisältö sisällytetään oheen tällä viittauksella, tämän tuntoelimen ollessa 163PC01D35-mallinen silikonituntoelin, jonka valmistaja on yhtiön Honeywell, Inc., tytäryhtiö MicroSwitch, Freeport, Illinois, ja joka aktivoi asianmukaisen kuumenninelementin 122 sen seurauksena, että paine muuttuu polttajan imiessä savuketta 23. Virtaukseen reagoivat välineet, esimerkiksi sellaiset, joissa käytetään kuumalanka-anemometrian periaatteita, on myös osoitettu menestyksellisesti käyttökelpoisiksi ajatellen asianmukaisen kuumennuselementin 122 aktivointia ilmavirtauksen muuttumisen havaitsemisen seurauksena.

Sytyttimen 25 ulkopuolelle, edullisesti sen etuosaan 33, on sijoitettu edullisesti osoitin 51 sytyttimeen sijoitetussa savukkeessa 23 jäljellä olevien imaisujen lukumäärän osoittamiseksi. Tämä osoitin 51 käsittää edullisesti 7-osaisen nestekidenäytön. Tällä hetkellä edullisena pidetyssä suoritusmuodossa osoitin 51 näyttää lukua "8" kahdeksan imaisua sisältävän savukkeen tapauksessa, kun valoilmaisimen 53, joka nähdään kuviossa 1, lähettämä valonsäde heijastuu juuri paikoilleensijoitetun savukkeen 23 etuosasta ja kun valoilmaisin havaitsee sen. Valoilmaisin 53 on sijoitettu edullisesti välikappaleessa ja kuumenninkiinnittimen 39 pohjalla olevaan aukkoon. Valoilmaisin 53 tuottaa signaalin piiriin 41, joka tuottaa puolestaan signaalin osoittimeen 51. Esimerkiksi, osoittimessa 51 näkyvä luku "8" tarkoittaa sitä, että kustakin savukkeesta edullisesti saatavat kahdeksan imaisua ovat käytettävissä, eli yksikään kuumenninelementeistä 43 ei ole aktivoitunut uutta savuketta kuumentaen. Savukkeen 23 täydellisen polttamisen jälkeen osoittimessa näkyy luku "0". Kun savuke 23 poistetaan sytyttimestä 25, niin valoilmaisin 53 ei havaitse savukkeen 23 läsnäoloa ja osoitin 51 kytkeytyy pois päältä. Valoilmaisin 53 on toteutettu siten, ettei se lähetä jatkuvasti valonsädettä, mikä aiheuttaisi teholähteen 37 tarpeetonta ehtymistä. Tällä hetkellä edullisena pidetty, savukejärjestelmässä 21 käyttökelpoinen valoilmaisin 53 on OPR5005-tyyppinen valoilmaisin, jonka valmistaja on OPTEX

Technology, Inc., 1215 West Crosby Road, Carroliton, Texas 75006 USA.

Eräs useista mahdollisista vaihtoehdoista edellä kuvatun valoilmaisimen 53 käytölle on varustaa järjestelmä mekaanisella katkaisijalla (ei esitetty), joka havaitsee savukkeen 23 läsnäolon tai puuttumisen, ja varustaa järjestelmä nollauspainikkeella (ei esitetty) piirin 41 nollaamiseksi, kun uusi savuke sijoitetaan sytyttimeen 25, jotta esimerkiksi osoitin 51 saataisiin näyttämään lukua "8", ja niin edelleen. Tehoälähteet, piirit, imaisujen käynnistämät tuntovälineet ja osoittimet, joita voidaan käyttää esillä olevan keksinnön mukaisessa savukejärjestelmässä 21, on kuvattu patenttijulkaisuissa US 5 060 671 ja WO 94/06314, jotka molemmat sisällytetään oheen tällä viittauksella. Välikappaleessa ja kuumenninkiinnittimen pohjalla oleva kanava ja aukko 50 ovat edullisesti ilmatiiviit polttamisen aikana.

Seuraavaksi kuvataan savukejärjestelmässä 21 käyttökelpoinen, tällä hetkellä edullisena pidetty savuke 23, joka on esitetty yksityiskohtaisemmin edellä mainitussa patenttijulkaisussa WO 94/06314, vaikka tämä savuke voikin olla minkä tahansa toivotun muotoinen savuke, joka kykenee tuottamaan flavoriaineita sisältävän tupakkavasteen polttajan nautittavaksi, kun kuumenninelementit 122 kuumentavat tätä savuketta. Sitten tarkastellaan kuviota 2, jonka esittämä savuke 23 käsittää kantajasta tai täytetystä tilasta 59 muodostuvan tupakkakudoksen 57, joka kannattaa edullisesti tupakkaa sisältävää tupakkaflavorimateriaalia 61. Tupakkakudos 57 on käärityt sylinterimäisen takaisinvirtaussuodattimen 63 ympärille, joka suodatin 63 kannattaa tätä tupakkakudosta savukkeen yhdessä päässä, ja sylinterimäisen, ensimmäisen, vapaan virtauksen sallivan suodattimen 65 ympärille, joka suodatin 65 kannattaa myös tupakkakudosta, savukkeen vastakkaisessa päässä. Tämä ensimmäinen, vapaan virtauksen salliva suodatin 65 on edullisesti 'avoimen putken' tyyppinen suodatin, jossa oleva pituussuuntainen kanava 67 kulkee tämän ensimmäisen, vapaan virtauksen sallivan suodattimen keskuksen läpi, ja joka näin ollen vastustaa vain vähän

imua tai sallii vapaan virtauksen.

Toivottaessa tupakkakudoksen 57 ympärille on kääritty päällystävä savukepaperi 69. Tällaisista käyttökelpoisista päällystävistä papereista 69 voidaan mainita paperi, jonka neliömassa on pieni, edullisesti tupakkaflavoripinnoitteen käsittävä paperi tai tupakkaan perustuva paperi flavoriaineita sisältävään tupakkavasteeseen kuuluvan tupakkaflavorin parantamiseksi. Tämä päällystävä paperi 69 on voitu pinnoittaa väkevällä nestemäisellä uutteella, jota on käytetty joko sellaisenaan tai laimennettuna. Päällystävän paperin 69 neliömassa ja paksuus ovat edullisesti mahdollisimman pienet ja sen vetolujuus on riittävä koneellista käsittelyä varten. Tupakkaan perustuvan paperin tällä hetkellä edullisina pidetyt ominaisuudet ovat alueella 20-25 g/m² oleva neliömassa (olosuhteissa, joissa suhteellinen kosteus on 60 %), alueella 0-25 CORESTA oleva vähimmäisläpäisevyys (joka on määritelmän mukaan se ilmamäärä yksikössä cm^3, joka läpäisee yhden cm^2:n suuruisen materiaalipalan, esimerkiksi paperiarkkipalan yhdessä minuutissa, kun paine-ero on 1,0 kPa), ≥2000 g/27 mm leveyttä (1 in/min.) oleva vetolujuus, alueella 1,3-1,5 tuuman tuhannesosaa ("mil", noin 33-38 µm) oleva paksuus, ≤5 % oleva $CaCO_3$-pitoisuus, 0 % oleva sitraattipitoisuus. Päällystävän paperin 69 muodostamiseen käytetyt materiaalit sisältävät edullisesti ≥75 % tupakkaan perustuvaa arkkia [muu kuin sikari, savukaasu- tai savukaasu-peti-kuivattu (engl. flue- or flue-lair-cured) sekatäyte ja vaaleat ruodit]. Pellavakuitua voidaan lisätä korkeintaan sellainen määrä, joka tarvitaan riittävän vetolujuuden aikaansaamiseksi. Päällystävä paperi 69 voi olla myös tavanomainen pellavakuitupaperi, jonka neliömassa on 15-20 g/m², tai tällainen paperi, joka on pinnoitettu uutteella. Sitruspektiinin muotoista sideainetta voidaan lisätä määrinä, jotka ovat pienempiä tai yhtäsuuria kuin 1 %. Glyseriiniä voidaan lisätä korkeintaan sellaisina määrinä, jotka ovat välttämättömät tavanomaisen savukepaperin jäykkyyden kaltaisen jäykkyyden aikaansaamiseksi.

Savuke 23 käsittää myös edullisesti sylinterimäisen suukappa-

lesuodattimen 71, joka on edullisesti tavanomainen RTD-tyyppinen (imua vastustava) suodatin, sekä sylinterimäisen, toisen vapaan virtauksen sallivan suodattimen 73. Suukappalesuodatin ja toinen, vapaan virtauksen salliva suodatin on kiinnitetty toisiinsa imukepaperilla 75. Imukepaperi 75 ulottuu toisen vapaan virtauksen sallivan suodattimen 73 yhden pään ohi ja se on kiinnitetty päällystävään paperiin 69 ensimmäisen vapaan virtauksen sallivan suodattimen 65 pään kiinnittämiseksi asemaan, joka sijaitsee toisen vapaan virtauksen sallivan suodattimen 73 pään vieressä. Samoin kuin ensimmäisen vapaan virtauksen sallivan suodattimen 65 tapauksessa, myös toiseen vapaan virtauksen sallivaan suodattimeen 73 on muodostettu edullisesti pituussuuntainen kanava 77, joka kulkee sen keskuksen läpi. Takaisinvirtaussuodatin 63 ja ensimmäinen vapaan virtauksen salliva suodatin 65 määrittävät yhdessä tupakkakudoksen 57 kanssa tyhjän tilan 79 savukkeen 23 sisäään.

Toisessa vapaan virtauksen sallivassa suodattimessa 73 olevan pituussuuntaisen kanavan 77 sisähalkaisija on edullisesti suurempi kuin ensimmäisessä vapaan virtauksen sallivassa suodattimessa 65 olevan pituussuuntaisen kanavan 67 sisähalkaisija. Tällä hetkellä edullisena pidetään sisähalkaisijaa, joka on alueella 1-4 mm pituussuuntaisen kanavan 67 tapauksessa ja alueella 2-6 mm pituussuuntaisen kanavan 77 tapauksessa. Ollaan todettu, että kanavien 67 ja 77 erilaiset sisähalkaisijat helpottavat kuumennetusta tupakkaflavorimateriaalista kehittyneen aerosolin ja savukkeen imemisen aikana savukkeen 23 ulkopuolelta sisäänvedetyn ilman välistä toivottua sekoittumista tai pyörteiden kehittymistä, jolloin tuloksena on parantunut flavoriaineita sisältävä tupakkavaste, ja se helpottaa suukappalesuodattimen 71 pään suuremman osan paljastumista aerosoliseokselle. Tupakkaflavorimateriaalin 61 kuumentamisen seurauksena kehittyneen, flavoriaineita sisältävän tupakkavasteen oletetaan olevan pääasiassa höyryfaasissa tyhjässä tilassa 79 ja muuttuvan näkyväksi aerosoliksi kanavassa 77 tapahtuvan sekoittumisen seurauksena. Edellä kuvatun ensimmäisen vapaan virtauksen sallivan ja pituussuuntaisen kanavan 67 käsittävän suodattimen 65 lisäksi muista

mahdollisista sellaisista järjestelyistä, jotka kykenevät saamaan aikaan höyryfaasina olevan, flavoriaineita sisältävän tupakkavasteen toivotun sekoittumisen sisääntulevaan ilmaan, voidaan mainita ne, joissa ensimmäinen vapaan virtauksen salliva suodatin on toteutettu sellaiseksi suodattimeksi, jossa on lukuisia pieniä reikiä, eli tämä ensimmäinen vapaan virtauksen salliva suodatin voi olla hunajakennon kaltainen tai se voi olla metallilevy, johon on tehty lukuisia reikiä.

Ilmaa imeytyy edullisesti savukkeeseen 23 pääasiassa tupakkakudoksen 57 ja päällystävän paperin 69 läpi poikittaista tai säteittäistä polkua pitkin, ei pituussuunnassa takaisinvirtaussuodattimen 63 läpi. Toivottavaa on sallia ilmavirtaus takaisinvirtaussuodattimen 63 läpi savukkeen ensimmäisen imaisun aikana imuvastuksen pienentämiseksi. Tällä hetkellä oletetaan, että ilman vetäminen savukkeeseen 23 pituussuunnassa pyrkii johtamaan siihen, että aerosoli, joka saatiin kehittymään kuumentamalla tupakkakudosta säteittäisesti sen ympärillä sijaitsevien kuumenninelementtien 122 avulla, ei poistu asianmukaisesti tyhjästä tilasta 79. Tällä hetkellä edullisena pidetään sitä, että flavoriaineita sisältävä tupakkavaste tuotetaan lähes pelkästään tupakkakudoksen 57 koostumuksesta ja kuumenninelementtien 122 energiatasosta riippuen. Näin ollen savukkeen läpi virtaavan ilman se osa, joka johtuu pituussuuntaisesta virtauksesta takaisinvirtaussuodattimen 63 läpi, on edullisesti minimaalinen polttamisen aikana ensimmäistä imaisua lukuunottamatta. Edelleen takaisinvirtaussuodatin 63 minimoi edullisesti aerosolin virtauksen taaksepäin ulos tyhjästä tilasta 79 tupakkaflavorimateriaalin 61 kuumentamisen jälkeen, jolloin sytyttimen 25 komponenttien vahingoittumisen vaara savukkeesta 23 taaksepäin virtaavan aerosolin seurauksena on mahdollisimman vähäinen.

Tupakkaflavorimateriaalia kannattava kantaja tai täytetty tila 59 erottaa kuumennuselementit 122 ja flavorimateriaalin toisistaan, siirtää kuumenninelementtien tuottaman lämmön flavorimateriaaliin ja säilyttää savukkeen eheyden polttamisen jälkeen. Edullisista kantajista 59 voidaan mainita ne, jotka

koostuvat hiilikuituihin perustuvasta huovikematosta, joka on edullinen lämpöstabiilisuutensa ansiosta. Tällaisia kantajia on tarkasteltu yksityiskohtaisemmin patenttijulkaisussa WO 94/06314 sekä omassa, 11. syyskuuta 1992 jätetyssä US-patenttihakemuksessamme, jonka sarjanumero on 07/943 747, jotka julkaisut sisällytetään oheen tällä viittauksella.

Muista kantajista 59 voidaan mainita kevyet, avosilmäiset metalliverkot tai rei'itetyt metallifoliot. Käyttökelpoinen on esimerkiksi verkko, jonka paino on noin alueella 5-15 g/m² ja jossa langan halkaisija on noin alueella 0,038-0,076 mm. Tämän verkon eräs muu suoritusmuoto on 0,0064 mm:n paksuinen folio (esim. alumiinia), jossa olevien reikien halkaisija on noin alueella 0,3-0,5 mm, folion painon vähentämiseksi vastaavasti noin 30-50 %. Tällaiseen folioon tehty reikäkuvio on edullisesti porrastettu tai epäjatkuva (eli ei suora järjestely), mikä vähentää lämmön sivuttaista johtumista pois tupakkaflavorimateriaalista 61. Tällaiset metalliverkot ja -foliot sisällytetään savukkeeseen 23 monella eri tavalla, joista esimerkkeinä voidaan mainita (1) tupakkaflavorilietteen valaminen hihnalle, minkä jälkeen tämän märän lietteen päälle laitetaan tällainen verkko- tai foliokantaja, sekä (2) verkko- tai foliokantaja ja tupakkaflavoriperusarkkiin tai -mattoon laminoiminen sopivaa liimaa käyttäen.

Tällä hetkellä edullisena pidetty tupakkakudos 57 muodostetaan käyttämällä paperinvalmistuksen kaltaista menetelmää. Tässä menetelmässä tupakkasilppua pestään vedellä. Liukoisia komponentteja käytetään myöhemmässä pinnoitusvaiheessa. Jäljelle jäänyttä (uutettua) tupakkakuitua käytetään perusmaton muodostamiseksi. Hiilikuituja dispergoidaan veteen ja natriumalginaattia lisätään. Natriumalginaatin sijasta voidaan lisätä mitä tahansa muuta sellaista hydrokolloidia, joka ei häiritse flavoriaineita sisältävää tupakkavastetta, joka on vesiliukoista ja jonka molekyylipaino on sopiva lujuuden aikaansaamiseksi tupakkakudokseen 57. Tämä dispersio sekoitetaan uutetuista tupakkakuiduista tehtyyn lietteeseen ja valinnaisiin flavoreihin. Tuloksena oleva seos levitetään

märkänä tasoviiralle ja raina johdetaan tavanomaisen paperikoneen loppuosan läpi perusrainan valmistamiseksi. Liukoiset komponentit, jotka poistettiin tupakkasilpusta pesemällä, pinnoitetaan tämän perusrainan yhdelle puolelle, edullisesti tavanomaisella vastasuuntaistelapäällystimellä, joka sijaitsee rumpukuivurin tai jenkkisylinterin jälkeen. Tupakan liukoisten komponenttien ja tupakkapölyn tai -hiukkasten välistä suhdetta vaihdellaan edullisesti suhdealueella 1:1 - 20:1. Tämä liete voidaan myös valaa tai ekstrudoida perusmatolle. Vaihtoehtoisesti, pinnoitusvaihe toteutetaan erikseen. Pinnoitusvaiheen aikana tai sen jälkeen lisätään savuketeollisuudessa tavanomaisia flavoreita. Pektiiniä tai muuta hydrokolloidia lisätään, edullisesti alueella 0,1-2,0 % olevana määränä lietteen pinnoitettavuuden parantamiseksi.

Olipa käytetty kantaja 59 minkä tyyppinen tahansa, kantajan sisäpinnalle sijoitettu tupakkaflavorimateriaali 61 vapauttaa flavoreita sitä kuumennettaessa ja se kykenee tarttumaan kantajan pintaan. Tällaisista materiaaleista voidaan mainita jatkuvat arkit, vaahdot, geelit, kuivatut lietteet tai kuivatut ruiskuttamalla levitetyt lietteet, jotka sisältävät edullisesti, ei kuitenkaan välttämättä, tupakkaa tai tupakasta peräisin olevia materiaaleja, ja joita on tarkasteltu täydellisemmin edellä mainitussa US-patenttihakemuksessa, jonka sarjanumero on 07/943 747.

Kostuttavaa ainetta kuten glyseriiniä tai propeeniglykolia lisätään edullisesti tupakkakudokseen 57 valmistuksen aikana määrinä, jotka ovat alueella 0,5-10 % kostuttavaa ainetta kudoksen painosta. Tämä kostuttava aine helpottaa näkyvän aerosolin muodostumista toimimalla aerosolin esiasteena. Kun polttaja hengittää ulos flavoriaineita käsittävän tupakkavasteen ja kostuttavaa ainetta sisältävää aerosolia, niin kostuttava aine lauhtuu ilmakehässä ja tämä lauhtunut kostuttava aine näyttää tavanomaiselta savukkeen savulta.

Savukkeen 23 halkaisija on edullisesti olennaisesti vakio

savukkeen pituutta pitkin, ja samoin kuin tavanomaisissa savukkeissa, tämä halkaisija on edullisesti noin 7,5-8,5 mm, joten polttaja saavuttaa samankaltaisen "suutuntuman" savukejärjestelmällä 21 kuin tavanomaisella savukeella. Tällä hetkellä edullisena pidetyssä suoritusmuodossa savukkeen 23 kokonaispituus on 58 mm, mikä helpottaa tavanomaisten pakkauskoneiden käyttöä näitä savukkeita pakattaessa. Suukappalesuodattimen 71 ja toisen vapaan virtauksen sallivan suodattimen 73 yhteispituus on edullisesti 30 mm. Imukepaperi 75 ulottuu edullisesti 5 mm toisen vapaan virtauksen sallivan suodattimen 73 pään ohi, tupakkakudoksen 57 päälle. Tupakkakudoksen 57 pituus on edullisesti 28 mm. Tupakkakudosta 57 kannattaa vastakkaisissa päissä toisaalta takaisinvirtaussuodatin 63, jonka pituus on edullisesti 7 mm, ja toisaalta ensimmäinen vapaan virtauksen salliva suodatin 65, jonka pituus on edullisesti 7 mm. Tupakkakudoksen 57, takaisinvirtaussuodattimen 63 ja ensimmäisen vapaan virtauksen sallivan suodattimen 65 määrittämän tyhjän tilan 79 pituus on edullisesti 14 mm.

Kun savuke 23 sijoitetaan sytyttimen 25 ensimmäisessä päässä 29 olevaan reikään 27, niin se rajoittuu tai rajoittuu melkein keskiössä 110 olevan kuumenninkiinnittimen välikappaleen 49 sisäpohjapintaan 81, kuten kuviosta 3 nähdään, joka välikappale sijaitsee imaisun käynnistämään tuntoelimeen 45 ja valoilmaisinta 53 varten olevaan aukkoon 55 yhteydessä olevan kanavan 47 vieresssä. Tässä asemassa savukkeen 23 tyhjä tila 79 sijaitsee edullisesti kuumennuslapojen 120 vieressä ja olennaisesti savukkeen koko se osa, joka käsittää toisen vapaan virtauksen sallivan suodattimen 73 sekä suukappalesuodattimen 71, ulottuu ulos sytyttimestä 25. Kuumenninlapojen 120 osia on edullisesti taivutettu säteittäisesti sisäänpäin helpottamaan savukkeen 23 pitämistä paikoillaan sytyttimen 25 suhteen, ja siten, että ne ovat lämmönsiirtosuhteessa tupakkakudoksen 57 kanssa joko suoraan tai päällystävän paperin 69 läpi. Näin ollen savuke 23 on edullisesti kokoonpuristuva siten, että kuumenninlavat 120 voivat painautua savukkeen sivuihin. Kuumenninkiinnittimen 39 muut elementit ovat samat kuin ne, jotka on kuvattu patenttijulkaisussa WO 94/06314.

Ilmavirtaus savukkeen 23 läpi toteutetaan monella eri tavalla. Esimerkiksi kuvion 2 mukaisessa savukkeen 23 suoritusmuodossa päällystävä paperi 69 ja tupakkakudos 57 läpäisevät ilmaa riittävästi toivotun imuvastuksen aikaansaamiseksi siten, että kun polttaja imee savuketta, ilmaa virtaa tyhjään tilaan 79 poikittaissuunnassa tai säteittäisesti päällystävän paperin ja tupakkakudoksen läpi. Kuten edellä on esitetty, ilmaa läpäisevän takaisinvirtaussuodattimen 69 avulla voidaan saada aikaan pituussuuntainen ilmavirtaus tyhjään tilaan 79.

Toivottaessa tätä poikittaista ilmavirtausta tyhjään tilaan 79 voidaan helpottaa varustamalla päällystävä paperi 69 ja tupakkakudos 57 joukolla säteittäisiä reikiä (ei esitetty), jotka sijaitsevat yhdessä tai useammassa, tyhjän tilan vieressä sijaitsevassa alueessa. Tällaisten reikien on todettu parantavan flavoriaineita sisältävää tupakkavastetta sekä aerosolin muodostumista. Tupakkakudokseen 57 tehdään reikiä siten, että niiden tiheys on noin 1 reikä 1-2 neliömillimetriä kohden, reiän halkaisijan ollessa alueella 0,4-0,7 mm. Tällä tavalla päästään edulliseen, alueella 100-500 olevaan CORESTA-huokoisuuteen. Rei'ittämisen jälkeen päällystävän paperin 69 läpäisevyys on edullisesti alueella 100-1000 CORESTA. Luonnollisestikin, toivottujen palamisominaisuuksien kuten toivotunlaisen imuvastuksen saavuttamiseksi voidaan käyttää myös muunlaisia lävistystiheyksiä ja niihin liittyvien reikien halkaisijoita kuin mitä edellä on esitetty.

Poikittaista ilmavirtausta tyhjään tilaan 79 voidaan myös helpottaa rei'ittämällä (ei esitetty) sekä päällystävä paperi 69 että tupakkakudos 57. Kun valmistetaan tälläiset rei'itykset käsittävä savuke 23, niin tällöin päällystävä paperi 69 ja tupakkakudos 57 kiinnitetään toisiinsa ja sitten ne rei'itetään yhdessä tai ne rei'itetään erikseen ja kiinnitetään sitten toisiinsa siten, että molemmat rei'itykset joutuvat kohdakkain tai toistensa päälle.

Tällä hetkellä kuumentimen edullisena pidetyt suoritusmuodot

on esitetty kuvioissa 3-14. Näillä kuumentimilla saadaan aikaan parempi mekaaninen lujuus savukkeiden 23 toistuvaa paikoilleensijoittamista, asettelua ja poistamista varten ja ne vähentävät merkittävästi aerosolien pakenemista kuumennetusta savukkeesta, mikä vähentää herkkien komponenttien altistumista lauhteille. Mikäli järjestelmässä ei pyritä hallitsemaan lauhtumista, niin tällöin syntyneet aerosolit pyrkivät lauhtumaan suhteellisesti viileämmillä pinnoilla, joista voidaan mainita kuumentimen pistikkeet 99A ja 99B, kuumentimen keskiö 110, ulkoistukka, sähköliitännät, säätävä ja looginen piiri ja muut vastaavat, mikä lauhtuminen voi tehdä savuketuotteen huonoksi tai käyttökelvottomaksi. Ollaan todettu, että syntyneet aerosolit pyrkivät virtaamaan säteittäisesti sisäänpäin, pois pulssitetusta kuumentimesta.

Yleisesti, järjestelmässä on edullisesti kahdeksan kuumenninlapaa 120 kahdeksan imaisun aikaansaamiseksi kuumenninelementtien 122 toimiessa peräkkäin, millä jäljitellään tavanomaisesta savukkeesta saatavien imaisujen lukumäärää, ja järjestelmä käsittää vastaavasti 8 estolapaa 220. Erityisesti, nämä kuumenninlavat 120 ja estolavat sijaitsevat vastakkaisten pääkeskiöiden 110 ja 210 välissä ja ne sijaitsevat kulloinkin vuorotellen tai lomittain siten, että ne muodostavat vuorottelevien kuumenninlapojen ja estolapojen sylinterimäisen järjestelyn. Kunkin vierekkäisen kuumenninlavan 120 ja estolavan 220 väliin määräytyy edullisesti rako 130, 135.

Kuten erityisesti kuvioista 3-5 nähdään, järjestelmässä on kuumentimena sylinterimäisen putken muotoinen metallisubstraatti 300, koska metalli on taipuisampaa, se kestää paremmin kuormitusta kuin keraaminen materiali, ja kuten jäljempänä on tarkasteltu, se johtaa sähköä. Substraatiksi 300 valittu metalli on mekaanisesti lujaa siten, että sitä voidaan muovata jäljempänä kuvatulla tavalla, ja se on lämpöä kestävää metallia tai lejeerinkiä. Esimerkkeinä sopivista metalleista voidaan mainita NiCr-lejeerinkejä, Haynes® 214-lejeerinkiä (jota tarkastellaan yksityiskohtaisemmin jäljempänä) sekä Inconel 625-lejeerinkiä oleva levy. Tämä metalliputki ja täten

substraatti 300 on voitu tehdä lejeeringistä, joka on levynä, tankona tai sauvana, esimerkiksi vetämällä. Tämä metalliputki on tehty edullisesti nikkeli-alumini-lejeeringistä (Ni_3Al). Vaihtoehtoisesti voitaisiin myös käyttää jotakin toista nikkelin ja raudan lejeerinkiä tai rauta-alumini-lejeerinkiä (Fe_3Al). Kuten jäljempänä tarkastellaan, substraatti 300 on toteutettu siten, että sen paksuus on noin 3-5 mil (noin 76-127 µm).

Tämä metallisubstraatti on valmistettu siten, että se on yleisesti edullisesti putken tai sylinterin muotoinen. Kuten parhaiten voidaan nähdä kuviosta 4, aikaan on saatu putki 350, jossa on yleisesti pyöreä avoin paikoilleensijoituspää 360, johon kuuluva nielu 365 ohjaa paikoilleen sijoitetun savukkeen samanakselisesti määräytyvää sylinterimäistä vastaanottavaa pesää CR kohden, jonka pesän halkaisija on pienempi kuin pään 360 halkaisija. Paikoilleensijoituspään 360 halkaisija on edullisesti suurempi kuin paikoilleen sijoitetun savukkeen 23 halkaisija savukkeen ohjaamiseksi vastaanottavaa pesää CR kohden, ja tämän vastaanottavan pesän CR halkaisija on suurin piirtein yhtä suuri kuin savukkeen 23 halkaisija, millä taataan hyvä yhteensopivuus lämpöenergian hyvää siirtymistä varten. Ottaen huomioon savukkeen 23 valmistuksessa hyväksytyt kokovaihtelut, etäpään ja vastaanottavan pesän CR välisen, vähitellen kapenevan siirtymäalueen tai nielun 365 tehtävänä voi olla myös puristaa savuketta jonkin verran kokoon lämpökosketuksen suurentamiseksi, ympäröivän substraatin 300 toimiessa vastaanottavan pesän sisäseinänä. Lapoja 120 on taivutettu edullisesti sisäänpäin lapojen ja savukkeen välisen lämpökosketuksen suurentamiseksi kuristamalla sylinterimäisen vastaanottavan pesän halkaisijaa. Putken vastakkainen pää määrittää päättävän keskiön 110, jolla voi olla mikä tahansa asianmukainen halkaisija. Kuten kuviosta 4 nähdään, kerrokset 300 on järjestetty siten, että ne määrittävät tämän pyöreän keskiön 210. Vaihtoehtoisesti kerrokset 300 voisivat jatkaa leviämistään ulospäin nielun 365 kaarevuutta jatkaen. Erillinen keskiö 210 sijoitetaan tähän laajenevaan aukkoon. Vaihtoehtoisesti tai lisäksi, kerros 300 on voitu tehdä samankaltaisella

tavalla ja erillinen keskiö 110 on sähkökosketuksessa sen kanssa yhteisen johtimen muodostaen.

Keraaminen kerros 310 on kerrostettu metalliputken päälle myöhemmin sijoitettavan sähkökuumentimen 122 eristämiseksi sähköisesti tästä metalliputkisubstraatista 300, lukuunottamatta putken yhdessä päässä olevaa rengasta tai keskiötä 110. Tällä keraamisella aineella on edullisesti suhteellisen suuri dielektrisyysvakio. Mitä tahansa asianmukaista sähköeristettä voidaan käyttää ja esimerkkeinä voidaan mainita alumiinioksidi, sirkoniumoksidi, muliitti, korderiitti, spinelli, fosteriitti, niiden yhdistelmät ja muut vastaavat. Edullisesti käytetään sirkoniumoksidia tai muuta keraamista ainetta, jonka lämpölaajenemiskerroin on lähellä alla olevan metalliputken lämpölaajenemiskerrointa erilaisen laajenemisen ja vääntymisen välttämiseksi kuumentamisen ja jäähdyttämisen aikana, millä estetään murtumat ja/tai kerrosten erottuminen käytön aikana. Keraaminen kerros pysyy fysikaalisesti ja kemiallisesti stabiilina kuumennielementtiä kuumennettaessa. Tämän sähköeristeen paksuus on edullisesti esimerkiksi noin 0,1-10 mil (noin 2,5-254 µm), tai noin 0,56 mil (noin 14 µm) ja edullisemmin 1-3 mil (25,4-76,2 µm).

Putkeen on saatu aikaan substraatin 300 ja sen päällä mahdollisesti olevien kerrosten läpi meneviä rakoja 130 ja 135 vierekkäisten kuumennielementtien lämpö- ja sähköeristämiseksi. Raot 130 voivat olla yhdensuuntaisia putken pituusakselin kanssa ja raot 135 voivat olla poikittaisia. Vaihtoehtoisesti, kuten kuviosta 9 nähdään, nämä raot voivat kiertyä sylinterimäistä putkea pitkin. Mitä tahansa toivottua kiertymistä voidaan käyttää, kunhan vain vastaavat raot eivät leikkaa toisiaan ja rakojen rajoittamat alueet ovat olennaisesti yhtäsuuria niiden suurin piirtein yhtäsuurien alueiden määrittämiseksi, jotka alueet ovat lämpökosketuksessa paikoilleen sijoitetun savukkeen kanssa kuumennusvaatimusten täyttämiseksi ja yhdenmukaisten imaisujen aikaansaamiseksi. Kierteinen rako voidaan määrittää puoliksi sylinterin ympäri menevien kierrosten kokonaisen lukumäärän, joka voi olla esimerkiksi 2, avul-

109519

la. Näiden kiertyneiden rakojen etuna on se, että ne kuumentavat vain pientä osaa savukkeen pituussuuntaisesta liimaviivasta. Pituussuuntaisia rakoja käytettäessä on todennäköistä, että yksi kuumennettu alue joutuu samalle kohdalle liiman kanssa, jolloin syntyy mahdollisesti subjektiivisesti epätoivottuja flavoreita.

Seuraavaksi kuvataan edullinen valmistusmenetelmä. Valittua metallia oleva sylinterimäinen putki, jonka pituus on asianmukainen ja jonka seinämän paksuus on noin 1-10 mil (noin 25-254 µm), edullisesti 3-5 mil (noin 76-127 µm), saatetaan sopivaan geometriseen muotoon. Putken paino pienenee sen paksuuden pienentyessä, jolloin tulokseksi saadaan kevyempi yksikkö ja jolloin kuumenninlapojen 120 ja paikoilleen sijoitetun savukkeen asianmukaiseksi kuumentamiseksi tarvittava energiamäärä pienenee, mikä pienentää edelleen yksikön painoa, koska tehonlähde, esim. paristot voivat olla pienempiä.

Kahta suoritusmuotoa pidetään edullisena, ja ne eroavat toisistaan niiden vaiheiden, joissa muodostetaan keraaminen pinnoite sekä lavat, järjestyksen suhteen. Ensimmäisessä suoritusmuodossa (1) putki muodostetaan esim. meistämällä tai ekstruusiolla; (2) keraaminen pinnoite ja kuumenninkerrokset kerrostetaan; (3) lavat muodostetaan esimerkiksi laserleikkauksella; ja (4) kuumennin ja sähköjohtimet yhdistetään. Nämä vaiheet kuvataan yksityiskohtaisemmin jäljempänä. Toisessa suoritusmuodossa (1) putki muodostetaan esim. meistämällä tai ekstruusiolla; (2) lavat muodostetaan esim. meistämällä, EDM-tekniikalla tai laserleikkauksella; (3) keraaminen kerros ja kuumenninkerrokset kerrostetaan; ja (4) kuumennin ja sähköjohtimet yhdistetään. Toisessa suoritusmuodossa lavat voidaan muodostaa meistämällä, jolla vältetään laserleikkauksesta johtuvat epätoivotut pursereunat. Meistäminen on mahdollista, koska keraamista kerrosta ei ole vielä muodostettu. Ensimmäisessä suoritusmuodossa kuumenninlavat 120 voidaan muodostaa leikkaamalla keraamisen kerroksen ja sen alla olevan metallisubstraatin läpi esimerkiksi laserleikkausta käyttäen. Vaihtoehtoisesti, metallilevy meistetään lapojen muodostamiseksi

ennen pyöreän levyn meistämistä putkeksi tai ennen levyn kääntämistä putkeksi, minkä jälkeen toteutetaan edellä kuvatut jaetut vaiheet. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää ohutta putkea, jossa seinämän paksuus on esim. 3-5 mil (noin 76-127 µm), ja jolla on riittävä lähtöhalkaisija. Tämä putki leikataan toivotuiksi pituuksiksi substraattien myöhempää muodostamista varten. Sitten käytetään tavanomaisia muotoontaontatekniikoita toivotun geometrian sekä toivotun kokoisen substraatin ja keskiön (keskiöiden) aikaansaamiseksi. Myöhemmät vaiheet toteutetaan kuumenninlapojen muodostuksen yhteydessä kuvatulla tavalla. Kuten tunnettua, sopivaa naamiointia käytetään ennen kuumentimen ja keraamisen materiaalin kerrostamiseksi toteutettavia vaiheita levitysalueiden määrittämiseksi. Ohessa määritellyt vaiheet voidaan toteuttaa missä tahansa toivotussa järjestyksessä siten, että päästään toivottuun valmistusnopeuteen, materiaalisäästöihin ja muihin vastaaviin.

Esimerkiksi putken, jonka paksuus oli 3 mil (noin 76 µm), päälle kerrostettu kuumennin, joka nähdään kuviossa 4, muodostettiin edellä kuvatulla tavalla ja sitä pulssitettiin noin 22-23 Joulen suuruisella energialla. Kuumenninlapa saavutti noin alueella 800-900 °C olevan lämpötilan. Tämä putki on esimerkiksi meistetty tai sitä on kuristettu siten, että saadaan syntymään laajentuva etäpää 360 ja keskiö 110 sekä kapeampi keskilohko, joka lopulta määrittää sylinterimäisen vastaanottavan pesän CR. Putken läpi muodostetaan rakoja, jotka määrittävät lämmöltä ja sähköltä eristävät raot 130, 135. Nämä raot muodostetaan edullisesti alkaviksi sijoituspään keskiön 210 ja keskilohkon, joka määrittää vastaanottavan pesän CR keskiöön 110 saakka, välisestä siirtymäalueesta, ja ne määrittävät lavat. Näiden rakojen tulisi ulottua lyhyen matkaa keskiössä 210 kerrostetun keraamisen kerroksen 310 yli sekä samoin lyhyelle etäisyydelle yhteiseen keskiöön 110 lopulta muodostetun kuumentimen yli. Tämä etäisyys ei saisi olla niin pitkä, että se heikentää olennaisesti keskiöitä, riittävän etäisyyden ollessa esimerkiksi noin 0,5 mm.

Nämä raot voidaan muodostaa vaihtoehtoisesti siten, että put-

kea pyöritetään laserin suhteen. Pituussuuntaiset raot leikataan liikuttamalla laseria ja putkea toistensa suhteen putken pituusakselin suuntaisesti. Kiertyneet raot leikataan pyörittämällä putkea laseriin nähden ja siirtämällä laseria putken pituusakselin suuntaisesti. Lisäksi savukkeen liimaviivan välttämiseksi, kuten edellä on esitetty, pyörittämällä muodostetut kiertyvät raot saattavat helpottaa välitöntä valmistusta, mikäli myös putkeä pyöritetään ja siirretään kiinteään laseriin nähden.

Seuraavaksi putkeen muodostetaan sähköä eristävä keraaminen kerros 310, päättävää päätä 110 lukuunottamatta, jotta johtimien kiinnittäminen olisi mahdollista. Kuten edellä ensimmäisen suoritusmuodon yhteydessä on todettu, tämä muodostaminen voi edeltää lapojen muodostamista. Erityisemmin, noin 0,1-10 mil:in (noin 2,5-254 µm) ja edullisesti 1-3 mil:in (noin 25-76 µm) paksuinen keraaminen kerros, joka on esimerkiksi sirkoniumoksidia ja erityisesti osittain stabiloitua sirkoniumia, joka sisältää noin 20 %, ja edullisemmin 80 % yttriumoksidia, ruiskutetaan termisesti plasmapinnoituksella, mikäli pinta on riittävän karhea, putken pinnalle, tätä putkea edullisesti pyörittäen tämän kerrostamisen aikana. Putkea pyöritetään edullisesti lukuisia kertoja pinnoittamisen aikana hyvän pinnoitteen aikaansaamiseksi. Lisäksi substraatissa 300 mahdollisesti läsnäolevaa pääkeskiötä 210 ei myöskään sumuteta koskетusalueen aikaansaamiseksi kuumennuselementtiä 122 varten.

Metallikerroksen 300 pinnan karheutta lisätään edullisesti sen ja kerrostetun keraamisen kerroksen 310 välisen paremman tarttuvuuden aikaansaamiseksi. Ensin riittävän paksun kerroksen 300 pintaa karhennetaan sopivalla tekniikalla kuten hiekkapuhalluksella, minkä jälkeen levitetään sitova pinnoite. Tämä sitova pinnoite on ohut, esimerkiksi 0,1-5 mil:in (noin 2,5-127 µm), ja edullisesti 0,5-1,0 mil:n (noin 12,7-25,4 µm) paksuinen metallipinnoitekerros, kuten FeCrAlY-, NiCrAlY-, NiCr-, NiAl- tai Ni_3Al-kerros, ja se toimii hyvin sitovana rajapintana karhennetun metallikerroksen 300 ja myöhemmin levitettävän keraamisen kerroksen 310 välissä.

Muita kerrostustekniikoita käytetään vaihtoehtoisesti kuumaruiskutuksen ja erityisemmin plasmaruiskutuksen lisäksi. Esimerkkeinä voidaan mainita fysikaalinen höyrykerrostus, kemiallinen höyrykerrostus, paksukalvotekniikka, jossa käytetään dielektrisen tahnan seulapainantaa ja sintraamista, sooli-geeli-tekniikka, jossa sooli-geeli levitetään ja sitten se kuumennetaan kiintoaineen saamiseksi, sekä kemiallinen kerrostaminen ja sitä seuraava kuumentaminen. Tyypiltään kemiallinen sitominen on edullista sitoutumislujuuden takia.

Tähän kemialliseen sitoutumiseen päästään kuumentamalla keraamista kerrosta tai keraamista esiastetta yhdessä metallisubstraatin kanssa suhteellisen suuressa lämpötilassa. Vaihtoehtoisesti metallisubstraatti kuumennetaan suureen lämpötilaan oksidikerroksen muodostamiseksi pinnalle, joka oksidikerros toimii samankaltaisella tavalla kuin keraaminen kerros.

Sitten kerrostetaan kuumennuselementti 122. Tässä kerrostustekniikassa voidaan käyttää mitä tahansa asianmukaista, tarvittaessa jauhemaista metallia tai lejeerinkiä yhdessä metallin ja keraamisen aineen välisten lisäaineiden kanssa tai ilman niitä. Erityisemmin, noin 0,1-5 mil:in (noin 2,5-127 µm) paksuinen kerros sähköä vastustavaa materiaalia kuten NiCr-lejeerinkiä, Ni_3Al-lejeerinkiä, NiAl-lejeerinkiä, Fe_3Al-lejeerinkiä tai FeCrAlY-lejeerinkiä kerrostetaan millä tahansa tunnetulla lämpöruiskutustekniikalla kuten plasmapinnoituksella tai HVOF-tekniikalla (High Velocity Oxy Fuel; suurinopeuksinen oksi-polttoaine). Tämän vastusmateriaalin ominaisvastusta voidaan säätää lisäämällä sopivia keraamisia materiaaleja tai muuttamalla metallin hapettumistasoa plasma- tai HVOF-ruiskutuksen aikana. Ohutkalvotekniikoita, esim. CVD- tai PVD-tekniikkaa, voidaan käyttää, mikäli keraamisen kerroksen, joka käsittää suhteellisen suuria keraamisia hiukkasia kuumenninmateriaaliin verrattuna, pinnan karheutta tasoitetaan esimerkiksi timanttihionnalla siten, että pinnan karheudeksi saadaan 135-160 mikro-tuumaa Ra, keskiarvon ollessa 145 mikro-tuumaa Ra. Tätä tekniikkaa käyttäen tarvittava metallikerros

on ohuempi, jolloin tuloksena on toivottu kevyempi kuumennin. Tämä prosessi on kuitenkin hitaampi. Mitä tahansa metallia kuten platinaa voidaan käyttää. Kuumentimet voidaan kerrostaa samalla kun keraamisella aineella pinnoitettua putkea pyöritetään.

Seuraavaksi kuvataan kuumenninlavan kaksi edullista suoritusmuotoa, joka kuumenninlapa voi olla yksittäinen erillinen kuumennin eikä joukko järjestettyjä kuumentimia. Ensimmäisessä suoritusmuodossa substraatti 300 on nikkelialuminidia (Ni_3Al); keraaminen kerros 310 on sirkoniumoksidia (ZnO), jota on edullisesti stabiloitu osittain yttriumoksidilla, käyttäen edullisesti noin 8 % yttriumoksidia; ja kuumennuselementti 122 on lämpöruiskutettua Ni_3Al- tai NiAl-seosta. Toisessa suoritusmuodossa substraatti 300 on rauta-aluminidia (Fe_3Al); keraaminen kerros 310 on sirkoniumoksidia, jota on edullisesti stabiloitu osittain yttriumoksidilla, käyttäen edullisesti noin 8 % yttriumoksidia; ja kuumennuselementti 122 on lämpöruiskutettua Fe_3Al-seosta. Toivottaessa vaihtoehtoisissa suoritusmuodoissa yhden suoritusmuodon kuumennuselementtimateriaalia voidaan käyttää yhdessä toisen suoritusmuodon substraattimateriaalin kanssa.

Seuraavaksi kuvataan yksityiskohtaisemmin edullinen suoritusmuoto viitaten ensimmäiseen suoritusmuotoon, jossa käytetään nikkelialuminidia. Tämä kuvaus pätee myös toiseen suoritusmuotoon, jossa käytetään rauta-aluminidia. Alumiinin osuus on edullisesti noin alueella 16-50 atomi-%, verrattuna alle 1 at.-% olevaan osuuteen monissa kaupallisissa lejeeringeissä.

Substraatti 300 voi olla edeltäkäsin muodostettu Ni_3Al-putki, työstetty Ni_3Al-putki tai Ni_3Al-levy. Substraatti 300 on myös voitu tehdä lämpöruiskuttamalla esiseostettu Ni_3Al-kerros hiilisauvojen tai -putkien päälle. Alumiinia voidaan myös käyttää substraattikerroksen 300 kantajana. Substraatti 300 on myös voitu tehdä syöttämällä Ni- ja Al-jauheita sopivassa suhteessa Ni_3Al-seoksen saamiseksi. Kun näitä jauheita syötetään lämpökuiskutustykin plasman läpi, nämä jauheet reagoivat

ja vapauttavat merkittävän määrän lämpöä. Seostuminen lejeeringiksi tapahtuu tuloksena olevan roiskeen pudotessa pinnalle. Tätä lejeeringiksi seostumista voidaan tehostaa käyttämällä mekaanisesti seostettuja Ni- ja Al-jauheita. Jälkeenpäin tapahtuva lämpökäsittely johtaa Ni_3Al-lejeerinkiin sekä erinomaiseen sitoutumiseen myöhemmin kerrostetun eristävän kerroksen 310 kanssa.

Eriste 310 voi olla mikä tahansa sähköeriste, joka on sähköisesti ja termisesti stabiilia ja joka tarttuu substraattiin 300. Huomioon tulisi ottaa toisaalta eristeen 310 ja toisaalta sekä substraatin 300 ja kuumenninkerroksen 122 erilainen lämpölaajeneminen. Mitä tahansa keraamista materiaalia kuten alumiinioksidia voidaan käyttää. Sirkoniumoksidi on odettu äärimmäisen tarttuvaksi termisissä estopinnoitteissa ja sitä on käytetty erilaisissna geometrisissä muodoissa, ja erityisesti voidaan mainita noin 8 %:lla yttriumoksidia osittain stabiloitu sirkoniumoksidi.

Koska suuri vastus on kannettavien paristojen avulla toteutetun sähkökuumennuksen toivottu ominaisuus, niin lämpöruiskutus on edullinen tapa saada aikaan sähköä vastustava kuumenninkerros 122. Se voidaan ruiskuttaa käyttäen monia erilaisia lämpöruiskutustekniikoita. Käyttökelpoisia ovat edeltäkäsin seostettu Ni_3Al, mekaanisesti lejeeringiksi seostettu Ni_3Al tai Ni- ja Al-jauhe asianmukaisessa suhteessa. Esikuumennusvaihe on välttämätön, mikäli käytetään mekaanisesti seostettua Ni_3Al-lejeerinkiä tai mikäli Ni- ja Al-jauheita käytetään ruiskutussovellutuksissa. Esikuumennuksen lämpötila ja aika riippuvat lämpöruiskutustykin parametreistä ja lämpötila voidaan asettaa alueelle 600-1000 °C. Hiukkaskoot ja kokojakaumat ovat tärkeitä Ni_3Al:n muodostamiseksi, mikäli ei käytetä edeltäkäsin seostettuaa Ni_3Al-lejeerinkiä. Tätä vastusta varten voidaan käyttää NiAl-koostumusta. Ni_3Al-lejeerinkeihin voidaan lisätä lukuisia alkuaineita. B ja Si ovat tähän kuumenninkerrosta 122 varten tarkoitettuun lejeerinkiin tehtävät pääasialliset lisäykset. B:n oletetaan parantavan raerajan lujuutta, ja se on tehokkainta, kun Ni_3Al sisältää runsaaasti nikkeliä,

esim. kun Al ≤ 24 at.-%. Si:tä ei lisätä Ni_3Al-lejeerinkeihin suuria määriä, koska yli 3 paino-% olevat Si-lisäykset johtavat nikkeli-silisidien muodostumiseen, jotka hapettuvat muotoon SiO_x. Mo-lisäys parantaa lujuutta pienissä ja suurissa lämpötiloissa. Sirkonium parantaa osaltaan oksidin lohkeamislujuutta termisen kierrätyksen aikana. Samoin Hf:ia voidaan lisätä lujuuden parantamiseksi suurissa lämpötiloissa. Edullisesta, substraattina 300 ja vastuskuumentimena 122 käytetystä Ni_3Al-lejeeringistä käytetään lyhennetttä IC-50, ja sen on ilmoitettu käsittävän noin 77,92 % Ni, 21,73 % Al, 0,34 % Zr ja 0,01 % B artikkelissa V. Sikka: "Processing of Intermetallic Aluminides'", Intermetallic Metallurgy and Processing Intermetallic Compounds, toim. Stoioff et al., Van Nestrand Reinhold, N.Y., 1994, taulukko 4. Monia eri alkuaineita voidaan lisätä rauta-aluminidiin. Mahdollisista lisäyksistä voidaan mainita Nb, Cu, Ta, Zr, Ti, Mn, Si, Mo ja Ni.

Mikäli jonkin lejeeringin sulattaminen on välttämätöntä, niin tällöin käytetään edullisesti argonkaasupeitettä. Sähköjohtimet voidaan kovajuottaa vastuskuumentimeen 122 tai substraattiin 300 esitetyllä tavalla käyttäen YAG-laseria tai CO_2-laseria. Tämä kovajuottaminen voidaan toteuttaa käyttäen Ag-Cu- tai Ni-Cu-juottolejeerinkejä. Kovajuottaminen on edullinen menetelmä tähän tarkoitukseen pehmeäjuottamiseen ja hitsaamiseen verrattuna, koska vastuksen paksuus on alle 5 mil (noin 127 µm). Juoksutinainetta voidaan käyttää pinnan kostuttamiseksi ja oksidien puhdistamiseksi. Lukuisia tällaisia kovajuoksutuslejeerinkejä on saatavana yhtiöistä Lucas-Milhaput, Wiskonsin, sekä Indium Corporation of America. Ag-Cu-lejeeringeillä on optimaaliset solidus- ja likvidus-lämpötilat ajatellen laserilla toteutettavaa kuumentimen kovajuottamista kerrosten läpi tunkeutumatta, koska kuumentimen 122, eristimen 310, substraatin 300 kokonaispaksuus on alueella 10-15 mil (noin 254-381 µm).

Tässä keksinnössä saadaan aikaan monikerroksinen kuumennin, jossa on Ni_3Al-substraatti ja -kuumennin, jotka eriste, sirkoniumoksidi, erottaa toisistaan. Tämä periaate on yleinen ja

sitä voidaan käyttää erilaisina paksuuksina ja erilaisina geometrisinä muotoina. Ni_3Al muodostaa helposti pinnalle tarttuvan alumiinioksidikerroksen. Tämä alumiinioksidikerros estää lisähapettumisen ja se eliminoi oksidien lohkeamisen, pidentäen tällä tavalla materiaalin käyttöikää.

Kuten kuvioista 4 ja 5 nähdään, kerrostetun kuumentimen 122 pää on tiiviissä sähkökosketuksessa sen alla olevan metallisubstraatin 300 kanssa kohdassa 125, ja lämmityselementin 122 loppuosa sijaitsee keraamisen eristävän kerroksen 310 päällä. Kunkin sähköä vastustavan kuumennuselementin 122 plasmapinnoittaminen metallisubstraatin 300 pinnalle johtaa voimakkaaseen kosketukseen. Näin ollen pääkeskiö 110 ja kunkin kuumenninlavan 120, jotka liittyvät kyseisen kuumennineleMentin yhteen päähän, esim. etäpäähän, sähköä johtavat metallisubstraatit 300 muodostavat yhteisen johtimen. Yhteisenä johtimena toimiva keskiö 110 on liitetty sähköisesti teholähteeseen pistikkeen 99B avulla, kuten kuviosta 3 nähdään.

Lopuksi kuumennineleMentin 120 päälle ruiskutetaan materiaalia 128, joka johtaa hyvin sähköä, ja joka on esimerkiksi nikkeliä, jotakin nikkelilejeerinkiä, kuparia tai alumiinia, ja sitten johtimet, esimerkiksi pistikkeet 99A kiinnitetään esim. hitsaamalla, kovajuottamalla tai pehmeäjuottamalla kuumenninelementin vastakkaiseen päähän, esimerkiksi lähipäähän, keskiön 110 lähelle. Tästä materiaalista 128 voidaan muodostaa yhdentyneet johtimet tai ne voidaan pehmeäjuottaa, edullisesti pehmeäjuottaa hopean avulla siihen jäljempänä kuvattujen kytkevien pistikkeiden 99A sijasta. Tämän erittäin johtavan materiaalin 128 seurauksena sen alla olevan alueen vastus on heikompi ja sen ansiosta johtimet voidaan lisätä helpommin, kuten edellä on esitetty.

Putki leikataan siten, että siinä on joko vain yksi metallinen keskiö 110 yhdessä päässä, kuten kuviossa 8 on esitetty, tai edullisesti siten, että vastakkaiseen päähän 210 saadaan aikaan lisäkeskiö kuvioissa 6A-7 esitetyllä tavalla. Koska substraattia käytetään metallia, niin kuumenninlapoja 120 voidaan

taivuttaa sisäänpäin, edullisesti ennen kerroksen 310 lisäämistä ja mahdollista taivuttamista, paikoilleen sijoitettua savuketta kohden lämmön etenemisen eli lämpökosketuksen parantamiseksi näiden elementtien välillä, keraamisiin lapoihin liittyvä murtumisvaara välttäen. Lisäksi muodostettu lapa ja kerrostettu kuumennin ovat kaarevia putken eräässä osassa, mikä parantaa edelleen kosketusta paikoilleen sijoitetun savukkeen kanssa. Näiden lapojen leveys voi olla esim. 1,5 mm.

Eräässä suoritusmuodossa, joka nähdään kuvioissa 6A ja 6B, joka toisen keraamisella aineella pinnoitetun alueen tai lavan 120, jotka ovat kiinni putken vastakkaisilla puolilla raon 135 avulla, päälle on kerrostettu kuumenninelementti 122. Tällä tavalla saadaan aikaan vuorottelevat lavat 220, jotka sijaitsevat lomittain vuorottelevien kuumenninlapa-alueiden 120 välissä. Nämä lavat 220 toimivat esteinä, jotka estävät kuumennetusta savukkeesta saatujen höyryjen karkaamisen, joka saattaisi johtaa mahdollisesti haitalliseen lautumiseen. Tässä suoritusmuodossa on kaksi kertaa enemmän, esimerkiksi 16 rakoa toivottujen imaisujen lukumäärään nähden, jolloin saadaan määritetyksi sopiva ja yhtä suuri lukumäärä kuumenninlapoja ja kuumentamattomia estolapoja.

Saattaa olla toivottavaa muuttaa imaisujen, jotka saadaan, kun savuke sijoitetaan sylinterimäiseen pesään CR, lukumäärää ja näin ollen kuumentimien 122 lukumäärää. Tämä toivottu lukumäärä saadaan aikaan muodostamalla toivottu lukumäärä kuumenninlapoja 120 ja vastaavia estolapoja 220. Tähän voidaan päästä leikkaamalla putki saman- tai erikokoisiksi lavoiksi. Kuten edellä on esitetty, jokaisen vierekkäisen kuumenninlavan 120 ja estolavan 220 väliin määräytyvät raot 130, 135. Nämä raot muodostetaan leikkaamalla tai kaventamalla hieman yhtä tai kumpaakin esto- tai kuumenninlapojen joukkoa. Nämä raot 130, 135 on mitoitettu niin suuriksi tai leveiksi, että ne kykenevät estämään pulssittamisen aikana lämpöhäviön kuumennetusta kuumenninlavasta viereisiin estolapoihin, ja ne on mitoitettu niin pieniksi tai kapeiksi, että ne kykenevät estämään merkittävien höyrymäärien karkaamisen sylinteri-

mäisestä pesästä. Useissa sovellutuksissa sopiva rako on esimerkiksi noin 5-15 mil (noin 127-381 m) tai vähemmän, ja edullisesti noin 3-4 mil (noin 76-102 µm).

Eräässä suoritusmuodossa, joka nähdään kuvioissa 6A ja 6B, joka toisen keraamisella aineella pinnoitetun alueen tai lavan 120, jotka ovat kiinni putken vastakkaisilla puolilla raon 135 avulla, päälle on kerrostettu kuumenninelementti 122. Tällä tavalla saadaan aikaan vuorottelevat lavat 220, jotka sijaitsevat lomittain vuorottelevien kuumenninlapa-alueiden 120 välissä. Nämä lavat 220 toimivat esteinä, jotka estävät kuumennetusta savukkeesta saatujen höyryjen karkaamisen, joka saattaisi johtaa mahdollisesti haitalliseen lautumiseen. Tässä suoritusmuodossa on kaksi kertaa enemmän, esimerkiksi 16 rakoa toivottujen imaisujen lukumäärään nähden, jolloin saadaan määritetyksi sopiva ja yhtä suuri lukumäärä kuumenninlapoja ja kuumentamattomia estolapoja.

Saattaa olla toivottavaa muuttaa imaisujen, jotka saadaan, kun savuke sijoitetaan sylinterimäiseen pesään CR, lukumäärää ja näin ollen kuumentimien 122 lukumäärää. Tämä toivottu lukumäärä saadaan aikaan muodostamalla toivottu lukumäärä kuumenninlapoja 120 ja vastaavia estolapoja 220. Tähän voidaan päästä leikkaamalla putki saman- tai erikokoisiksi lavoiksi.

Kuten edellä on esitetty, jokaisen vierekkäisen kuumenninlavan 120 ja estolavan 220 väliin määräytyvät raot 130, 135. Nämä raot muodostetaan leikkaamalla tai kaventamalla hieman yhtä tai kumpaakin esto- tai kuumenninlapojen joukkoa. Nämä raot 130, 135 on mitoitettu niin suuriksi tai leveiksi, että ne kykenevät estämään pulssittamisen aikana lämpöhäviön kuumennetusta kuumenninlavasta viereisiin estolapoihin, ja ne on mitoitettu niin pieniksi tai kapeiksi, että ne kykenevät estämään merkittävien höyrymäärien karkaamisen sylinterimäisestä pesästä. Useissa sovellutuksissa sopiva rako on esimerkiksi noin 5-15 mil (noin 127-381 m) tai vähemmän, ja edullisesti noin 3-4 mil (noin 76-102 µm).

Kuumennielementin 122 pulssittamisen jälkeen tarvitaan ennalta määrätty vähimmäisaika, ennenkuin seuraava imaisu sallitaan. Tämän ennalta määrätyn tai pitemmän, imaisujen välisen väliajan aikana juuri pulssitetun kuumenninlavan 120 vieressä sijaitsevat kaksi estolapaa 220 toimivat myös lämpönieluina estäen lämmön etenemisen muihin kuumenninlapoihin 120 tai paikoilleen sijoitetun savukkeen 23 kuumentamattomaan tai aikaisemmin kuumennettuihin osiin. Savukkeen jonkin osan ennenaikainen kuumeneminen saattaisi johtaa epätoivottuun ja/tai osittaiseen aerosolin kehittymiseen tai savukkeen osan vahingoittumiseen lämmön vaikutuksesta ennen toivottua kuumenemista. Aikaisemmin jo kuumentuneen osan kuumentaminen myöhemmin uudestaan saattaa johtaa siihen, että syntyy epätoivottuja flavoreita ja makuja. Tämän lämpönielun aikaansaamiseksi estolavat käsittävät edullisesti lämpöä johtamatonta materiaalia olevan kerroksen, eli lämpöeristeen, joka on esimerkiksi keramiikkaa. Esimerkkeinä sopivista keraamisista aineista voidaan mainita alumiinioksi, sirkoniumoksidi, alumiinioksidin ja sirkoniumoksidin seos, muliitti ja muut vastaavat samoin kuin kuumennninlapojen tapauksessa.

Mikäli halutaan saada pitempi imaisu kuin mikä saadaan pulssittamalla vain yhtä kuumenninta ja siihen liittyvää kuumenninlapaa, niin tällöin säätölogiikan kokoonpano on sellainen, että se laukaisee toisen kuumentimen tai lisäkuumentimia välittömästi alkuperäisen kuumentimen pulssittamisen jälkeen tai alkuperäisen pulssittamisen loppuosan aikana savukkeen toisen osan kuumentamiseksi. Tämä lisäkuumennin voi olla säteittäisesti seuraava kuumennin tai jokin muu kuumennin. Kuumenninlavat tulisi mitoittaa siten, että saadaan koko toivottu lukumäärä imaisuja, joilla on toivottu kesto.

Eräässä toisessa suoritusmuodossa, jossa lopullinen kuumennin on esitetty kuviossa 8, putki käsittää vain yhden keskiön 110, jossa on lukuisia, esimerkiksi kahdeksan, kuten kuviossa on esitetty, lapoja, joiden välissä on vastaavat raot 130. Joka toisen lavan päälle on kerrostettu kuumennielementti 122 edellä kuvatulla tavalla kuumenninlapojen 120 määrittämiseksi,

kun taas toiset lomittainen lavat määrittävät estolavat 220.

Kuten kuviosta 7 nähdään, kaikki rakojen ympäröimät alueet voivat toimia kuumenninlapoina 120. Eräässä suoritusmuodossa kunkin keraamisella materiaalilla pinnoitetun osan tai lavan päälle on kerrostettu kuumenninelementti 122 ja kuumenninlapojen 120 lukumäärä vastaa toivottujen imaisujen lukumäärää, joka on esimerkiksi kahdeksan. Eräässä toisessa suoritusmuodossa jokaisessa keraamisella materiaalilla pinnoitetussa osassa on kuumenninelementti 122 ja muodostettujen kuumenninlapojen 120 lukumäärä on kaksinkertainen imaisujen lukumäärään nähden, esimerkiksi läsnä on 16 kuumentimen käsittämää osaa kahdeksan imaisua tuottavaa savuketta varten. Tällainen kokoonpano sallii erilaiset laukaisemisjärjestykset kuin normaalisa peräkkäisessä, noin 2 sekuntia kestävässä laukaisussa, ja edullinen on säteittäinen peräkkäinen laukaisemisjärjestys sellaisessa suoritusmuodossa, jossa kuumenninelementtien 122 lukumäärä vastaa imaisujen lukumäärää. Looginen piiri voi esimerkiksi määrätä, että kaksi kehällä vastakkain sijaitsevaa kuumenninelementtiä 122, jotka ovat siis putkessa 180 asteen etäisyydellä toisistaan, laukaistaan samanaikaisesti, jolloin ne kuumentavat yhdessä riittävällä tavalla savuketta imaisun muodostamiseksi. Vaihtoehtoisesti joka toisen kuumenninelementin 122 ensimmäistä laukaisusarjaa savukkeen polttamiseksi seuraa lomittaisten kuumenninelementtien 122 toinen laukaisusarja seuraavan savukkeen polttamiseksi. Vaihtoehtoisesti tämä ensimmäinen laukaisusarja voidaan toistaa ennalta määrätyn käyttöiän ajan lukuisten savukkeiden polttamiseksi, minkä jälkeen käynnistyy toinen laukaisusarja. Kuumenninlapojen ja toivottaessa estolapojen mitä tahansa yhdistelmää voidaan käyttää. Kuumenninlapojen lukumäärä voi olla pienempi, yhtäsuuri tai suurempi kuin imaisujen lukumäärä yhdessä ainoassa käytetyssä savukkeessa. Esimerkiksi yhdeksän lapaa käsittävää järjestelmää voidaan käyttää kuusi imaisua käsittävän savukkeen tapauksessa, jolloin jokaisen peräkkäisen savukkeen tapauksessa laukaistaan erilainen kuuden kuumentimen joukko, ja jäljelle jäänyt kolmen kuumentimen joukko jää laukaisematta.

Metallin käyttö substraattina tekee mahdolliseksi sen, että kunkin kuumenninlavan 120 metallisubstraatti 300 voi toimia kuumenninelementin 122 johtavana polkuna, esimerkiksi negatiivisena liitoksena. Erityisemmin, kuumenninelementin yksi pää on kytketty sähköisesti, esimerkiksi plasmaruiskutuksella, alla olevaan metallisubstraattiin osassa 125. Tämän kuumentimen pää sijaitsee edullisesti lähempänä avointa sijoituspäätä 360 kuin kuumentimen toinen pää, koska tässä kuumenninliitoksessa ei käytetä sähköjohtimia, jotka voisivat vahingoittua savuketta paikoilleen sijoitettaessa ja poistettaessa. Metallikeskiöön 110 aiheutetaan negatiivinen varaus teholähteestä 37 siten, että se voi toimia kaikkien kuumenninelementtien yhteisenä johtimena. Erityisemmin, keskiö 110 on kytketty sähköisesti teholähteen 37 negatiiviseen napaan pistikkeen 99B avulla, joka pistike on kytketty ja edullisesti hitsattu siihen kuviossa 3 esitetyllä tavalla. Tämä pistike 99B on kytketty puolestaan teholähteeseen 37 pistikkeellä 104B. Kunkin kuumenninelementin 122 toisesta päästä teholähteeseen on saatu aikaan johtava polku esim. sähköjohtimen kuten pistikkeen 99A avulla, joka on pistehitsattu, kovajuotettu tai pehmeäjuotettu kuumenninelementtien 122 alueeseen 128. Pistike 99A on kytketty sähköisesti teholähteen 37 positiiviseen napaan pistikkeellä 104A. Alue 128 on muodostettu mistä tahansa sopivasta materiaalista kuten nikkelistä, alumiinista tai nikkelin ja alumiinin, kuparin ja muiden vastaaavien 50/50-lejeeringeistä, joiden tarttuvuus on hyvä ja sulamispiste alhaisempi kuin metallikerroksella 300.

Esillä olevassa keksinnössä minimoidaan myös mahdollisesti vahingoittavat, termisesti indusoituja jännityksiä. Kuumenninelementti on kerrostettu olennaisen tasaisesti keraamisen kantajan päälle, jolloin vältytään niiltä jännityksiltä, jotka johtuvat kuumenninelementin erillisten osien välisistä liitoksista ja/tai kuumenninelementin ja keraamisen materiaalin välisistä erillisistä liitoksista.

Kuten edellä on tarkasteltu, kuumenninelementit 122 kerrostetaan valmistuksen helpottamiseksi edullisesti kuumenninlavan

120 ulkopinnalle, eli lavan sille pinnalle, joka sijaitsee vastakkaisella puolella paikoilleen sijoitetun savukkeen 23 kanssa kosketuksessa tai termisesti sen lähellä olevaan pintaan nähden. Samoin, kun kuumenninelementit 122 kerrostetaan tälle ulkopinnalle, niin tällöin saadaan aikaan kuumenninelementeille suhteellisen tukeva kantaja ja kuumenninelementit eivät joudu suoraan voimakkaaseen vuorovaikutukseen savukkeen kanssa, kun polttaja sijoittaa sen paikoilleen, mahdollisesti asettelee sitä kesken kaiken tai poistaa sen. Tällainen edullinen mekaaninen kokoonpano edellyttää, että kuumenninelementti 122 kuumentaa alla olevan keraamisen kerroksen 310 sekä paikoilleen sijoitettua savuketta koskettavan metallisubstraatin 300 lämmön siirtämiseksi pääasiassa johtumalla paikoilleen sijoitettuun savukkeeseen ja toisarvoisesti kuljetuksen ja säteilyn seurauksena, mikäli tiiviisti koskettava rajapinta ei säily pulssitetun kuumenninlavan 120 ja paikoilleen sijoitetun savukkeen välillä. Kuumenninelementti 122 on edullisesti mitoitettu ja suunniteltu termisiltä ominaisuuksiltaan siten, että se kuumentaa suurimman osan sen alla olevasta kuumenninlavasta 120 lopulta paikoilleen sijoitetun savukkeen erään lohkon kuumentamiseksi, jonka lohkon koko on riittävän suuri, esim. 18 mm^2, hyväksyttävän imaisun tuottamiseksi polttajalle. Kuumenninelementistä 122 savukkeeseen 23 tapahtuvaan lämmön siirtymiseen ei pitäisi liittyä merkittäviä häviöitä, sillä kuumennin tuottaa lämpöenergiapulssin suhteellisen ohuiden kerrosten 300 ja 310 läpi. Itse kuumenninelementin 122, riippuen valitusta materiaalista ja kerrostustekniikasta, paksuus on noin 1-2 mil (noin 25-51 µm). Kuumenninelementti voi olla aikaisemmin mainittua MCrAlY-lejeerinkiä, FeCrAlY-lejeerinkiä, Nichrome®-lejeerinkiä (jotka Nichrome-tuotenimellä varustetut lejeeringit sisältävät 54-80 % nikkeliä, 10-20 % kromia, 7-27 % rautaa, 0-11 % kuparia, 0-5 % mangaania, 0,3-4,6 % piitä sekä joskus 1 % molybdeeniä ja 0,25 % titaania; Nichrome I:n esitetään sisältävän 60 % nikkeliä, 25 % rautaa, 11 % kromia ja 2 % mangaania; Nichrome 11:n esitetään sitältävän 75 % nikkeliä, 22 % rautaa, 11 % kroomia ja 2 % mangaania; ja Nichrome III kuvataan kuumuutta kestäväksi lejeeringiksi, joka sisältää 85 % nikkeliä ja 15 % kromia) tai jotakin aluminidia.

Keraaminen kerros, jonka lämmönjohtavuus on suhteellisen pieni, ei myöskään johda merkittäviä määriä lämpöä siihen liittyvään keskiöön. Vaikka metallikerroksen lämmönjohtavuus onkin suurempi kuin keraamisen kerroksen, niin myöskään se ei johda merkittävästi, esimerkiksi enempän kuin noin 5-10 %, koska pulssiaika on lyhyt ja poikkileikkaus on pieni.

Ollaan todettu, että pääasiassa poikittainen tai säteittäinen ilmavirtaus paikoilleen sijoitettuun savukkeeseen nähden johtaa toivottavampaan savun kehittymiseen kuin pääasiassa pituussuuntainen virtaus. Raot 130 ja 135 toimivat ilman kulkuväylinä, joka ilma on tarkoitus imeä kosketukseen paikoilleen sijoitettujen savukkeiden kanssa. Ilman lisäkulkuväyliä on myös saatu aikaan poikittaisen ilmavirran optimoimiseksi rei'ittämällä kuumenninlavan lohkoja ja/tai rei'ittämällä estolapoja. Tämä rei'itys toteutetaan edullisesti laserilla keraamisen pinnoitteen 310 ja kuumenninpinnoitteen 122 muodostamisen jälkeen tai mekaanisella rei'ityslaitteella ennen mainittujen kerrosten muodostamista. Jotta voitaisiin välttää kuumenninlavan kuviointi ja rei'itys ennen kuumenninelementtien kerrostamista tai kuumenninlapojen rei'itys kerrostamisen jälkeen, niin ainoastaan estolavat voidaan rei'ittää, mikäli saadaan aikaan riittävä ilmavirtaus rakojen kautta.

Kuten edellä on esitetty, rakojen 130, 135 tehtävänä on estää viereisten lapojen kuumeneminen ja maksimoida höyryn pidättyminen. Lisäksi nämä raot tekevät mahdolliseksi kuumenninlapojen 120 ja estolapojen 220 lämpölaajenemisen ja supistumisen. Aikaisemmin tarkastelun kohteena olleissa suoritusmuodoissa, joissa käytetään vain yhtä keskiötä (kuvio 8), raot 130, 135 määräytyvät vierekkäisten lapojen pituussuuntaisten sivujen väliin lämpötilan indusoimien leveysmuutosten kompensoimiseksi. Pituusmuutokset ovat sallittuja, koska tähän ainoaan keskiöön nähden vastakkaisella puolella sijaitsevat lapojen päät ovat vapaat. Aikaisemmin tarkastelluissa, kaksi keskiötä käsittävissä suoritusmuodoissa pitkänomainen, suorakulmainen aalto määrittää raot 130 ja 135 raojen saamiseksi aikaan vierekkäisten lapojen pituussuuntaisten sivujen väliin ja lapojen pyöri-

tettyjen tai neliömäisten päiden ja vastapäätä sijaitsevan keskiön 210 väliin.

Kuvion 6A mukaisessa suoritusmuodossa, jossa raot 130 kulkevat ainoastaan vierekkäisten, lomittain sijaitsevien kuumenninlapojen 120 pituussuuntaisia sivuja pitkin ja estolapojen 220 kumpikin pää on kiinnittynyt vastaaviin keskiöihin 110 ja 210. Keskiötä 110 ei ole pinnoitettu keraamisella pinnoitteella 310, eli metallisubstraatti 300 on paljaana siten, että keskiö 110 toimii kuumennineleMenttien 122 yhteisenä johtimena. Keskiössä 110 on sijoitusaukko 360, joka ei laajene tässä suoritusmuodossa. Kuvio 6B esittää samankaltaista suoritusmuotoa, paitsi että raot 135 määrittävät U-muodon. Kukin estolapa 220 on muodostettu yhtenäisiksi kummankin keskiön 110 ja 210 kanssa ja kuumenninlavat 120 alkavat keskiöstä 110. Tällainen raon muoto, jossa lavan yksi pää on vapaa vastapäätä sijaitsevan keskiön suhteen, sallii kuumenninlapojen 120 lämpölaajenemisen ja supistumisen pituussuunnassa, tällä tavalla jännitystä vähentäen.

Kuviossa 8 on esitetty vielä eräs suoritusmuoto, jossa ei ole sijoitusaukkoa 360 määrittävää keskiötä 210. Kuumenninlapojen 120 ja estolapojen 220, jotka ulottuvat pituussuunnassa samaan suuntaan keskiöstä 110, vapaat päät määrittävät sijoitusaukon 360. Lapojen vapaat päät sallivat lapojen laajenemisen, mikä vähentää lapojen epätoivottua taipumista sisäänpäin tai lapojen vääntymistä lämpölaajenemisen seurauksena. Liiallinen taipuminen sisäänpäin vähentää sylinterimäisen pesän CR sisähalkaisijaa, jolloin savukkeen sijoittamiseksi ja poistamiseksi tarvittavat, mahdollisesti vahingoittavat voimat suurenevat. Samoin lapojen vapaat päät pienentävät edullisesti sijoittamiseen tarvittavia voimia, koska vapaat päät ovat ulkonevia keskiöön nähden. Lisäksi, kuten tästä suoritusmuodosta nähdään, kuumenninlapojen ja estolapojen leveyden ei tarvitse olla yhtäsuuri. Kuumenninlavan 120 leveys on edullisesti noin 1,5 mm missä tahansa suoritusmuodossa.

Seuraavaksi tarkastellaan vaihtoehtoista suoritusmuotoa kuvi-

oon 10 viitaten, ja tässä suoritusmuodossa kuumentimet 122 on kerrostettu kuumenninlavan 120 sisäpinnalle, eli sille pinnalle, joka määrittää sylinterimäisen pesän CR, siten, että kuumentimet 122 ovat suorassa kosketuksessa paikoilleen sijoitetun savukkeen kanssa tai hyvin lähellä sitä. Kuten nähdään, keraaminen kerros 310 sijaitsee lavan 120 metallikerroksen 300 sisäpuolella ja kuumennin 122 sijaitsee keraamisen kerroksen 310 päällä. Sähköliitännät ovat edellä esitetyn kuvauksen mukaisia. Kaikissa kuvatuissa suoritusmuodoissa voidaan käyttää kuumentimen tällaista sijoittamista. Menetelmä tällaisen kokoonpanon muodostamiseksi käsittää lapojen muodostamisen, keraamisten kerrosten ja kuumenninkerrosten levittämisen missä tahansa edellä esitetyssä järjestyksessä metallilevyn päälle, ja sitten taittamisen ja tämän suljetun muodon hitsaamisen putken muodostamiseksi siten, että kuumentimet 122 sijaitsevat lavan 120 sisäpinnalla, joka sijaitsee paikoilleen sijoitetun savukkeen puolella.

Erityisemmin, tämän valmistustekniikan mukaisesti sopiva metallilevy meistetään lukuisten lapojen 120, 220 muodostamiseksi (mikäli estolevyjä 220 käytetään), jotka lavat alkavat suorassa kulmassa yhdistävästä osasta CS kamman kaltaisen järjestelyn muodostaen, kuten kuviosta 11 nähdään. Tämä järjestely naamioidaan ja eristävä keraaminen kerros levitetään naamion ulkopuolelle jäävien lapojen ja toivottaessa yhdistävän osan CS päälle. Seuraavaksi järjestely naamioidaan jälleen ja sähköä vastustavat kuumenninelementit 122 levitetään, esim. seulapainatuksella valittujen lapojen päälle. Sitten kiinnitetään yhdistävät johtimet. Sitten tämä kuumenninjärjestely käännetään rullaksi siten, että yhdistävä osa CS muodostaa yhteisen sähkökeskiön 110, kuten edellä on tarkasteltu. Kun yhdistävä osa CS käännetään suuntaan A, niin tällöin muodostuu sylinterimäinen kuumenninjärjestely, jossa kuumentimet 122 ovat vastakkain paikoilleen sijoitetun savukkeen kanssa, kuten kuviossa 10 on esitetty, tai kun kääntäminen tapahtuu suuntaan B, niin tällöin muodostuu sylinterimäinen kuumenninjärjestely, jossa kuumentimet sijaitsevat poispäin savukkeesta, eli metallisubstraatti 300 on suoraan savuketta vastaan, kuten muista

kuvioista, esim. kuviosta 12 nähdään.

Vaihtoehtoisesti, kuumentimien sylinterimäinen järjestely voidaan muodostaa meistämällä kuvion 13 mukainen kuvio P sopivasta, johtavaa materiaalia olevasta levystä. Kuvio P käsittää keskellä sijaitsevan keskiön 410, jossa on lukuisia, toisistaan jollakin etäisyydellä sijaitsevia varsia 420, jotka ulottuvat säteittäisesti ulospäin keskiöstä pinnamaisen järjestelyn muodostaen. Varret 420 on pinnoitettu eristävällä kerroksella ja sähköä vastustavalla kuumentimella, kuten edellä on tarkasteltu. Eräässä suoritusmuodossa keskiö 410 toimii yhteisenä johtimena, ja kukin vastuskuumennin on liitetty kulloinkin sähköisesti vastaavaan varteen 420, edullisesti kuumentimen 122 siitä päästä, joka on kauimpana keskiöstä 410. Vastaavasti positiivinen kosketin on saatu aikaan jokaiseen kuumentimeen, edullisesti kuumentimen 122 siihen päähän, joka sijaitsee lähimpänä keskiötä 410 niin, että kaikki liitokset, eli kuumentimien positiiviset liitokset ja yhteiden keskiö 410, sijaitsevat lähellä toisiaan. Seuraavaksi nämä varret 420 taivutetaan siten, että ne ovat kohtisuorassa keskiön tasoa vastaan sylinterimäisen pesän määrittäen. Taivutussuunnasta riippuen joko kuumentimet 122 tai varsi 420 on suoraan paikoilleen sijoitettua savuketta vasten.

Missä tahansa edellä esitetyssä suoritusmuodossa yhteistä lapaa 320 voidaan käyttää kuvioissa 11 ja 12 esitetyllä tavalla yhteiden keskiön 110 kytkemiseksi teholähteeseen pistikkeen 99B välityksellä. Yhteinen lapa 320 ulottuu keskiöstä 110 samaan suuntaan kuin muut lavat ja sitä ei ole pinnoitettu keraamisella materiaalilla eikä vastuskuumentimella valmistuksen aikana, eli yhteinen lapa 120 on naamioitu käsittämään substraatin 300. Vaihtoehtoisesti yhteinen lapa on pinnoitettu keraamisella materiaalilla 310 yhteisen lavan sähköeristämiseksi ympäröivistä komponenteista. Näin ollen kaikkien kuumentimien 122 negatiivinen yhteinen kosketin muodostuu yhteisen lavan 320 siihen päähän, joka sijaitsee vastakkaisella puolella yhteisestä keskiöstä 110. Samalla tavalla jokaisen kuumentimen 122 vastaavat positiiviset liitokset

muodostuvat kuumenninlapojen 120 siihen päähän, joka sijaitsee vastakkaisella puolella yhteisestä keskiöstä 110 siten, että sähköliitokset ovat kuumenninjärjestelyn siinä päässä, joka sijaitsee vastakkaisella puolella yhteisestä keskiöstä 110. Täten, toivottaessa, yhteinen keskiö 110 voi määrittää pään 360 savukkeen paikoilleensijoittamiseksi ja lapoja 120, 320 voi kannattaa vastakkaisessa päässä esimerkiksi välikappale 49.

Kaikissa suoritusmuodoissa kunkin kuumentimen negatiivinen kytkentä voidaan toteuttaa yksilöllisesti, esimerkiksi käyttäen kuumentimen siihen päähän, joka sijaitsee vastakkaisella puolella vastaavista positiivisista koskettimista 128, sijoitettua asianmukaista negatiivista kosketinta. Niinpä tällaisessa suoritusmuodossa lapojen ja keskiön ei tarvitse olla sähköä johtavia. Samoin kaikissa suoritusmuodoissa yksittäinen kuumennin voi käsittää lavan tai muun rakenteen, jossa on kerroksia käsittävä kokoonpano, kuten on kuvattu, sekä asianmukaisen negatiivisen liitoksen kuvatun kaltaisen savukkeen muodossa olevan tupakan, tavanomaisemman savukkeen, tai sellaiseen savuketuotteeseen kuuluvan tupakkakudoksen kuumentamiseksi, joka savuketuote on kuvattu samanaikaisesti vireillä olevassa, samalle hakijalle siirretyssä, 10. elokuuta 1993 jätetyssä US-patenttihakemuksessa, jonka sarjanumero on 105 346, ja jonka sisältö liitetään oheen tällä viittauksella, tai minkä tahansa muunlaisen savuketuotteen kuumentamiseksi.

Seuraavassa tarkastellaan kuviota 14, jonka esittämässä eräässä muussa suoritusmuodossa lavat 120 käsittävät yhdysrakenteisen lisäosan 120A. Esimerkiksi kuviossa 11 lapoja tai kuviossa 13 varsia voidaan jatkaa, esimerkiksi kaksinkertaisiksi aikaisempien esimerkkien pituuteen verrattuna. Kuhunkin kuumentimeen on saatu aikaan positiivinen liitäntä levittämällä sähköä eristävä keraaminen kerros, esim. jatkamalla kerrosta 310 substraattiosan 120A päälle esitetyllä tavalla, minkä jälkeen levitetään kontaktimateriaalia 128A vastuskuumentimen 122 pään liittämiseksi keraamisella materiaalilla pinnoitetun osan 120A päälle. Vaihtoehtoisesti liittävää johdinta tai polkua, joka

on sähköeristetty lapaosasta 120A, käytetään kontaktimateriaalin 128A sijasta. Keskiö 110 ja kuumenninlavat 120 sekä toivottaessa estolavat 220 on järjestetty kuvioiden 11 ja 13 yhteydessä esitetyllä tavalla. Lapaosa 120A on taivutettu noin 180° siten, että pää 120E, joka sijaitsee vastakkaisella puolella kuumentimen 120 liitoksesta, on lähellä yhteistä keskiötä 110 ja se on sähkökosketuksessa vastaavan pistikkeen 99A kanssa toimiakseen positiivisena koskettimena, jolloin kaikki sähköliitokset sijaitsevat varmasti keskiön 110 läheisyydessä. Lapaan 120 kuuluvan osan 120A ja kuumenninelementin 122 käsittävän, lapaan 120 kuuluvan osan välinen taivutusalue voi olla kapeampi kuin lavan muut osat. Tämän taitetun lavan tehtävänä voi olla taipuisan muodon aikaansaaminen paikoilleen sijoitetun savukkeen ympärille, joka muoto laajenee jonkin verran paikoilleen sijoittamisen aikana savukkeen vastaanottamiseksi, minkä jälkeen se painautuu tiiviisti savukkeen ympärille.

Esillä olevan keksinnön kaikki erilaiset suoritusmuodot on suunniteltu siten, että polttaja saa tehokkaan määrän flavoriaineita sisältävää tupakkavastetta tavanomaisissa käyttöolosuhteissa. Tällä hetkellä toivottavana pidetään erityisesti sitä, että polttaja saa 8 imaisusta 5-13 mg, edullisesti 7-10 mg aerosolia, kunkin imaisun tilavuuden ollessa 35 ml ja keston ollessa 2 sekuntia. Ollaan todettu, että tällaisten määrien aikaansaamiseksi kuumenninelementtien 122 tulisi kyetä johtamaan noin alueella 200-900 °C oleva lämpötila, kun se on lämmönsiirtosuhteessa savukkeen 23 kanssa. Edelleen, kuumenninlapojen 120 tulisi edullisesti kuluttaa noin 5-40 Joulea energiaa, edullisemmin noin 10-25 Joulea, ja vieläkin edullisemmin noin 20 Joulea. Pienemmät energiavaatimukset ovat edullisia kuumenninlavoille 120, joita on taivutettu sisäänpäin savuketta 23 kohden lämmönsiirtosuhteen parantamiseksi.

Kuumenninelementtien 122, joilla on toivotut tunnusomaiset piirteet, aktiivinen pinta-ala on noin 3-25 mm^2, ja niiden vastus on noin alueella 0,5-3,0 Ohmia. Edullisemmin, kuumenninelementtien 122 vastuksen tulisi olla noin 0,8-2,1 Ohmia. Kuumentimen vastus riippuu luonnollisestikin myös siitä eri-

tyisestä teholähteestä 37, jota käytetään kuumenninelementtien 122 kuumentamiseen tarvittavan sähköenergian tuottamiseksi. Esimerkiksi edellä kuvatut kuumenninelementtien vastukset sopivat sellaisiin suoritusmuotoihin, joissa teho saadaan neljästä sarjaan kytketystä nikkeli-kadmium-paristokennosta, jolloin teholähteestä saatu kuormittamaton kokonaisjännite on noin 4,8-5,8 volttia. Vaihtoehtoisesti, mikäli käytetään kuutta tai kahdeksaa tällaista sarjaan kytkettyä paristoa, niin tällöin kuumenninelementtien 122 vastuksen tulisi olla edullisesti noin 3-5 Ohmia tai noin 5-7 Ohmia, vastaavasti.

Materiaalit, joista kuumenninelementit 122 on tehty, on valittu edullisesti siten, että voidaan taata luotettava toistuva toiminta vähintään 1800 päällekytkeytymis- ja päältä poiskytkeytymisjakson ajan ilman toimintahäiriöitä. Kuumenninkiinnitin 39 voidaan edullisesti poistaa erikseen vaihtamista varten sytyttimestä 25, johon kiinnittimeen kuuluvat teholähde 37 ja liitokset, ja joka vaihdetaan edullisesti 3600 tai useamman käyttökerran jälkeen. Kuumenninelementin materiaalien ja muiden metallisten komponenttien valinta perustuu myös niiden kykyyn vastustaa hapettumista ja yleiseen reagoimattomuuteen, millä taataan se, etteivät ne hapetu tai reagoi muulla tavalla savukkeen 23 kanssa missään todennäköisesti kohdattavassa lämpötilassa. Toivottaessa kuumenninelementit 122 ja muut metalliset komponentit kapseloidaan inertin, lämpöä johtavan materiaalin kuten sopivan keraamisen materiaalin sisään hapettumisen ja reaktioiden välttämiseksi edelleen.

Nämä kriteerit huomioon ottaen sähköisiin kuumennusvälineisiin sopivista materiaaleista voidaan mainita seostetut puolijohteet (esim. pii), hiili, grafiitti, ruostumaton teräs, tantaali, metallikeraamimatriisit sekä metallilejeeringit kuten esimerkiksi rautaa sisältävät lejeeringit. Sopivista metallikeraamimatriiseista voidaan mainita piikarbidialumiini ja piikarbidititaani. Sopivia ovat myös metallien väliset, hapettumista vastustavat yhdisteet kuten nikkelialuminidit ja rauta-aluminidit.

Kuitenkin edullisemmin, nämä sähköiset kuumenninelementit 122 ja muut metallikomponentit on tehty kuumuutta kestävästä lejeeringistä, joka on mekaanisesti hyvin lujaa ja joka vastustaa pinnan hajoamista suurissa lämpötiloissa. Kuumenninlapa 120 on voitu muodostaa kiertyneeseen muotoon, joka on kuvattu patenttijulkaisussa WO 94/06314. Kuumenninelementit 122 on tehty edullisesti sellaisesta materiaalista, joka on hyvin lujaa ja jonka pinta on stabiilia lämpötiloissa, jotka ovat korkeintaan noin 80 % materiaalin sulamispisteestä. Tällaisista lejeeringeistä voidaan mainita ne, joita kutsutaan yhteisesti superlejeeringeiksi ja jotka perustuvat yleisesti nikkeliin, rautaan tai kobolttiin. Sopivia ovat esimerkiksi lejeeringit, jotka käsittävät pääasiassa rautaa tai nikkeliä sekä alumiinia. Kuumenninelementtien 122 lejeerinki sisältää edullisesti alumiinia kuumenninelementin suorituskyvyn parantamiseksi edelleen, esimerkiksi parantamalla kykyä vastustaa hapettumista. Edullisesti sekä kuumenninelementit 122 että keskiöiden ja lapojen metallisubstraatti 300 on jotakin Ni_3Al- tai Fe_3Al-lejeerinkiä. Käyttökelpoista on myös lejeerinki, joka on kuvattu samalle hakijalle siirretyssä, samanaikaisesti vireillä olevassa, 29. joulukuuta 1994 jätetyssä US-patenttihakemuksessa (asiamiehen tunnus PM 1767).

Keksintöön voidaan tehdä lukuisia, alan asiantuntijalle ilmeisiä muunnoksia, korvauksia ja parannuksia ohessa ja seuraavissa patenttivaatimuksissa kuvatun keksinnön hengestä ja tavoitteista poikkeamatta.

Patenttivaatimukset

1. Kuumennin savuketuotteessa käyttöä varten, johon kuumentimeen kuuluu sähköenergian lähde tupakkaflavoriväliaineen kuumentamiseksi, t u n n e t t u siitä, että kuumennin käsittää:

sähköä johtavaa materiaalia (300) olevan substraatin;

vähintään osittain tämän substraatin päälle kerrostetun sähköeristeen (310); sekä

tämän sähköeristeen (310) päälle kerrostetun, sähkövastukseen perustuvan kuumenninelementin (122), jonka kuumenninelementin ensimmäinen pää on kytketty sähköisesti mainittuun sähköä johtavaan substraattiin, ja jonka kuumenninelementin toinen pää sekä kuumenninelementin osa, joka sijaitsee kuumenninelementin ensimmäisen ja toisen pään välissä, on eristetty sähköisesti mainitun eristeen avulla sähköä johtavasta substraatista,

jolloin substraatti ja kuumenninelementin mainittu toinen pää ovat sovitetut kytkettäviksi sähköisesti sähköenergian lähteeseen, jolloin muodostuu vastukseen perustuva kuumentava piiri kuumenninelementin kuumentamiseksi, joka kuumenninelementti kuumentaa puolestaan tupakkaflavoriväliainetta.

2. Kuumennin savuketuotteessa käyttöä varten, jossa kuumentimessa on sähköenergian lähde sylinterimäisen savukkeen kuumentamiseksi, t u n n e t t u siitä, että kuumennin käsittää:

sähköä johtavaa materiaalia olevan sylinterimäisen putken (350), joka on varustettu lukuisilla, sen läpi menevillä raoilla (130,135), jotta saataisiin määritetyksi (a) lukuisia sähköä johtavia lapoja (120), jotka määrittävät pesän sijoitettavan sylinterimäisen savukkeen vastaanottamiseksi, sekä (b) sähköä johtava, savuketuotteen sisällä kannatettu, yhteinen pääkeskiö (210), josta nämä lavat ulottuvat;

sähköeristeen (310), joka on kerrostettu vähintään yhden, näiden lukuisten sähköä johtavien lapojen joukosta valitun lavan päälle;

tämän eristeen päälle kerrostetun, sähkövastuskuumenninelementin (122), jonka kuumenninelementin ensimmäinen pää on kytketty sähköisesti vähintään yhteen, näiden lukuisten sähköä johtavien lapojen joukosta valittuun lapaan, ja jonka kuumenninelementin toinen pää sekä kuumenninelementin osa, joka sijaitsee ensimmäisen ja toisen pään välissä, on eristetty sähköisesti mainitun eristeen (310) avulla mainitusta, vähintään yhdestä sähköä johtavasta lavasta;

jolloin kuumentimessa pääkeskiö (210) on sovitettu olemaan sähköisessä kosketuksessa sähköenergian lähteen kanssa, ja mainitun kuumenninelementin mainittu toinen pää on sovitettu olemaan sähköisessä kosketuksessa sähköenergian lähteen kanssa, jolloin muodostuu vastukseen perustuva kuumentava piiri sähkövastuskuumenninelementin kuumentamiseksi, joka kuumenninelementti kuumentaa puolestaan paikoilleen sijoitettua savuketta (350).

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että sähköeriste (310) on kerrostettu putken ulkopinnalle, joka sijaitsee vastakkaisella puolella paikoilleen sijoitetun savukkeen puolella olevaan putken pintaan nähden.

4. Patenttivaatimuksen 2 tai 3 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että vähintään mainitun yhden lavan, kerrostetun eristeen (310) ja siihen liittyvän kuumenninelementin (122) lämpölaajenemiskertoimet ovat kulloinkin sellaiset, että ne kompensoivat lämpölaajenemisen kuumenninelementtiä kuumennettaessa.

5. Patenttivaatimuksen 2, 3 tai 4 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että raot (130,135) ovat pituussuuntaisia putkeen nähden lukuisten pituussuuntaisten lapojen määrittämiseksi.

6. Patenttivaatimuksen 2, 3 tai 4 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että raot (130,135) ovat kiertyneitä.

7. Jonkin patenttivaatimuksen 2-6 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että raot (130,135) on mitoitettu siten, että lämpöhäviö kuumennetusta kuumenninelementistä (122) ja siihen liittyvästä lavasta viereiseen lapaan saadaan minimoiduksi.

8. Jonkin patenttivaatimuksen 2-6 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että raot (130,135) on mitoitettu siten, että kuumennetusta savukkeesta kehittyneiden höyryjen karkaaminen saadaan minimoiduksi.

9. Jonkin patenttivaatimuksen 2-8 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että putki (350) käsittää sisäänmenon (360) savukkeen paikoilleensijoittamista varten sekä suhteellisesti kavennetun osan tiukan kosketuksen aikaansaamiseksi paikoilleensijoitetun savukkeen kanssa.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että sisäänmenon (360) halkaisija on hieman suurempi kuin sijoitettavalla savukkeella.

11. Patenttivaatimuksen 9 tai 10 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että putki käsittää lisäksi sisäänmenon ja kavennetun osan välissä olevan nieluosan (365), jossa nieluosassa halkaisija pienenee vähitellen sisäänmenopäästä kavennettua osaa kohden siirryttäessä.

12. Patenttivaatimuksen 9, 10 tai 11 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että lapoja (120) on taivutettu sisäänpäin tämän kavennetun osan määrittämiseksi.

13. Jonkin patenttivaatimuksen 9-12 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että sisäänmeno sijaitsee putken yhteiseen pääkeskiöön (110) nähden vastakkaisessa päässä, ja jonka sisäänmenon lapojen (120) vapaat päät määrittävät.

14. Jonkin patenttivaatimuksen 9-13 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että se lisäksi käsittää toisen pääkeskiön (210), joka sijaitsee putken yhteiseen pääkeskiöön (110) nähden vastakkaisessa päässä, tämän toisen pääkeskiön (210) määrittäessä sisäänmenon savukkeen sijoittamista varten.

15. Jonkin patenttivaatimuksen 2-8 mukainen kuumennin t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisäksi toisen pääkeskiön (110), joka sijaitsee putken yhteiseen pääkeskiöön (210) nähden vastakkaisessa päässä.

16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että raot (130,135) sijaitsevat lapojen ja toisen pääkeskiön välissä.

17. Jonkin patenttivaatimuksen 2-16 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että se lisäksi käsittää positiivisen sähkökontaktin (128), joka on kytketty sähköisesti kuumenninelementin (122) toiseen päähän.

18. Jonkin patenttivaatimuksen 2-17 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisäksi vähintään kaksi sähköeristettä, jotka on kerrostettu kulloinkin vähintään kahden, lukuisten lapojen (120) joukosta valitun lavan päälle, sekä vastaavan kuumenninelementin (122), joka on kerrostettu kunkin eristeen päälle siten, että jokaisen vastaavan kuumenninelementin yksi pää kytkeytyy sähköisesti vastaavaan lapaan, ja että yhteinen pääkeskiö (210) toimii vastaavien kuumenninelementtien yhteisenä sähköjohtimena ja että jokaisen vastaavan kuumenninelementin toinen pää on sovitettu kytkettäväksi kulloinkin sähköisesti sähköenergian lähteeseen.

19. Patenttivaatimuksen 18 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että eristeet ja vastaavat kuumenninelementit on kerrostettu joka toisen lavan päälle.

20. Patenttivaatimuksen 18 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että eristeet on kerrostettu kaikkien lukuisten lapojen (120) päälle ja vastaava kuumenninelementti (122) on kerrostettu joka toisen lavan päälle.

21. Patenttivaatimuksen 18 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että lukuisten, vastaavan kuumenninelementin (122) käsittävien lapojen lukumäärä on riippuvainen paikoilleen sijoitetusta savukkeesta saatavien toivottujen imaisujen ennalta määrätystä lukumäärästä.

22. Patenttivaatimuksen 18 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että vastaavan kuumenninelementin käsittävien lapojen (120) lukumäärä on sama kuin imaisujen ennalta määrätty lukumäärä.

23. Patenttivaatimuksen 18 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että vastaavan kuumenninelementin käsittävien lapojen (120) lukumäärä on kaksi kertaa suurempi kuin paikoilleen sijoitetusta savukkesta saatavien toivottujen imaisujen ennalta määrätty lukumäärä.

24. Patenttivaatimuksen 18 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että kahta vastaavan kuumenninelementin (122) käsittävää lapaa (120) kuumennetaan samanaikaisesti sähkövastuksen avulla.

25. Jonkin patenttivaatimuksen 18-24 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että sähköeristeet (310) on kerrostettu putken (350) ulkopinnalle, joka sijaitsee vastakkaisella puolella paikoilleen sijoitetun savukkeen puolella olevaan putken pintaan nähden.

26. Jonkin patenttivaatimuksen 2-25 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että vähintään yhdessä lavassa on sen läpi meneviä reikiä.

27. Jonkin patenttivaatimuksen 2-17 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että sähköeriste (310) on kerrostettu putken (350) sisäpinnalle siten, että kuumenninelementti on paikoilleen sijoitetun savukkeen puolella.

28. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että sylinterimäisen putken (350) sähköä johtava materiaali on valittu rauta-aluminidien ja nikkelialuminidien joukosta ja kuumenninelementti (122) käsittää sähkövastusmateriaalia, joka on valittu rauta-aluminidien ja nikkelialuminidien joukosta.

29. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että sähköä johtava putki (350) tai substraatti (300) käsittää rauta-aluminidia, ja että sähkövastuskuumenninelementti (122) käsittää rauta-aluminidia ja että sähköeriste on valittu alumiinioksidin, sirkoniumoksidin, muliitin sekä alumiinioksidin ja sirkoniumoksidin välisten seosten joukosta.

30. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että eriste käsittää sirkoniumoksidia, joka on stabiloitu osittain yttriumoksidilla.

31. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että vähintään joko sähköä johtava substraatti tai putki tai sähkövastuskuumenninelementti käsittää noin 77,92 % Ni, noin 21,73 % Al, noin 0,34 % Zr sekä noin 0,01 % B.

32. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että sähköä johtava putki (350) tai substraatti (300) käsittää nikkelialuminidia, joka sisältää Zr:n ja B:n joukosta valittua muokkaajaa.

33. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että kuumenninelementti (122) käsittää nikkelialuminidia, joka sisältää Zr:n ja B:n joukosta valittua muokkaajaa.

34. Patenttivaatimuksen 18 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että sylinterimäinen putki käsittää edelleen yhteisestä pääkeskiöstä ulottuvan sähköä johtavaa materiaalia olevan yhteisen lavan, joka yhteinen lapa on sovitettu olemaan sähköisessä kosketuksessa sähköenergian lähteen kanssa.

35. Patenttivaatimuksen 18 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että yhteinen keskiö määrittää sisäänmenon savukkeen sijoittamiseksi paikoilleen, ja että kuumenninelementin ensimmäinen pää sijaitsee lähempänä yhteistä keskiötä ja kuumenninelementin toinen pää sijaitsee kauempana yhteisestä keskiöstä.

36. Patenttivaatimuksen 13 mukainen kuumennin, t u n n e t t u siitä, että kuumenninelementin ensimmäinen pää sijaitsee kauempana yhteisestä keskiöstä ja kuumenninelementin toinen pää sijaitsee lähempänä yhteistä keskiötä.

37. Menetelmä kuumentimen muodostamiseksi, joka kuumennin on tarkoitettu käytettäväksi sähköisessä savuketuotteessa sylinterimäisen savukkeen kuumentamiseksi, t u n n e t t u siitä, että tämä menetelmä käsittää vaiheet, joissa:

otetaan käyttöön sähköä johtavaa materiaalia;

tästä sähköä johtavasta materiaalista muodostetaan (a) lukuisia lapoja, joiden välissä on rakoja, ja (b) yhteinen päälohko, näiden lapojen ulottuessa tästä yhteisestä päälohkosta;

sähköeriste muodostetaan vähintään yhden näiden lukuisten sähköä johtavien lapojen joukosta valitun lavan päälle;

tämän muodostetun sähköeristeen päälle muodostetaan sähkövastuskuumennin siten, että kuumentimen ensimmäinen pää on sähköisessä kosketuksessa mainitun, vähintään yhden sähköä johtavan lavan kanssa;

muodostetun kuumentimen toiseen päähän muodostetaan sähkökosketin; ja

näistä lukuisista lavoista ja yhteisestä lohkosta muodostetaan sylinterimäinen pesä paikoilleen sijoitettavan savukkeen vastaanottamiseksi.

38. Patenttivaatimuksen 37 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaiheet, joissa muodostetaan sähköeriste ja sähkövastuskuumennin, toteutetaan naamioimalla ja lämpöruiskuttamalla vastaava eriste- ja vastuskuumenninkuvio.

39. Patenttivaatimuksen 37 tai 38 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaihe, jossa muodostetaan lukuisia lapoja, käsittää sähköä johtavaa materiaalia olevan putken leikkaamisen laserin avulla näiden lukuisten lapojen muodostamiseksi.

40. Patenttivaatimuksen 37, 38 tai 39 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että siinä lisäksi muodostetaan lukuisia lapoja ennen vaihetta, jossa putken päälle muodostetaan sähköeriste.

41. Patenttivaatimuksen 37, 38, 39 tai 40 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että käyttöönottovaihe käsittää sähköä johtavaa materiaalia olevan levyn meistämisen putkeksi.

42. Jonkin patenttivaatimuksen 37-41 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että lapojen muodostusvaiheessa muodostetaan lapoja, jotka ulottuvat yhdensuuntaisesti putken pituusakselin kanssa.

43. Jonkin patenttivaatimuksen 37-41 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että lapojen muodostusvaiheessa muodostetaan lapoja, jotka kiertyvät sähköä johtavaa materiaalia olevan putken pituusakseliin nähden.

44. Patenttivaatimuksen 43 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että nämä kiertyneet lavat muodostetaan pyörittämällä putkea samalla kun leikkaajaa siirretään pituussuunnassa pyörivän putken suhteen.

45. Jonkin patenttivaatimuksen 37-44 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että sähköä johtavaa materiaalia olevaa putkea pyöritetään vaiheessa, jossa muodostetaan sähköeriste.

46. Patenttivaatimuksen 45 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että siinä lisäksi putkea pyöritetään kunkin sähköä vastustavan kuumentimen muodostamiseksi toteutetun vaiheen välissä.

47. Jonkin patenttivaatimuksen 37-46 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että siinä lisäksi sähköä johtavaa materiaalia oleva levy meistetään yhteisen lohkon ja lukuisten lapojen muodostamiseksi siten, että nämä lavat ulottuvat kohtisuorasti tästä yhteisestä lohkosta yhteiseen suuntaan, ja sitten yhteistä lohkoa pyöritetään siten, että muodostuu keskiö sekä lukuisia siitä ulottuvia lapoja sylinterimäisen savukkeen vastaanottavan pesän määrittämiseksi.

48. Jonkin patenttivaatimuksen 37-46 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että siinä lisäksi sähköä johtavaa materiaalia oleva levy meistetään keskellä sijaitsevan keskiön ja siitä säteittäisesti ulottuvien lukuisten lapojen muodostamiseksi, ja sitten lavat taitetaan samaan suuntaan pesän määrittämiseksi sylinterimäisen savukkeen sijoittamiseksi.

49. Patenttivaatimuksen 48 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että siinä edelleen osa jokaisesta lavasta taivutetaan noin 180° muodostettua keskiötä kohden, jolloin kuumentimen ensimmäinen pää muodostuu yhteisen keskiön lähelle, ja että siinä lisäksi muodostetaan sähköliitos kuumentimen toisesta päästä lavan taivutettua osaa pitkin yhteistä keskiötä kohden.

Patentkrav

1. En värmare för att användas i en cigarrettprodukt, där till värmaren hör en elenergikälla för att upphetta ett tobakssmakdoftmedium, **kännetecknad** av att värmaren omfattar

ett substrat av elektriskt ledande material (300);

en elektrisk isolator (310) som anbringats på åtminstone en del av detta substrat; samt

ett elektriskt resistivt värmeelement (122) som anbringats på denna elektriska isolering (310), varvid en första ända av värmeelementet är elektriskt kopplad till nämnda elektriskt ledande substrat och varvid värmeelementets andra ända samt ett mellan värmeelementets första ända och dess andra ända befintligt avsnitt av värmeelementet är elektriskt isolerade från det elektriskt ledande substratet med hjälp av nämnda isolator,

varvid substratet och nämnda andra ända av värmeelementet anpassats att kopplas elektriskt till elenergikällan, varvid en resistiv värmekrets bildas för att upphetta värmeelementet, vilket värmeelement i sin tur upphettar tobakssmakdoftmediet.

2. En värmare för att användas i en cigarrettprodukt, där värmaren innehåller en elenergikälla för att upphetta en cylindrisk cigarrett, **kännetecknad** av värmaren omfattar:

ett cylindriskt rör (350) av elektriskt ledande material och försett med ett flertal genom detsamma löpande springor (130, 135) för att avgränsa (a) ett flertal elektriskt ledande blad

135) för att avgränsa (a) ett flertal elektriskt ledande blad (120) som avgränsar en holk för att motta en däri införd cylindrisk cigarrett samt (b) stött inne i cigarrettprodukten ett elektriskt ledande gemensamt ändnav (210) från vilket dessa blad utgår;

en elektrisk isolator (310) som anbringats på åtminstone ett av detta flertal elektriskt ledande blad;

ett elektroresistivt värmeelement (122) som anbringats på denna isolator, varvid en första ända av värmeelementet är elektriskt kopplad till det åtminstone ena bladet av detta flertal elektriskt ledande blad och den andra ändan av värmeelementet samt ett avsnitt av värmeelementet mellan den första och den andra ändan är elektriskt isolerade från det nämnda åtminstone ena elektriskt ledande bladet med hjälp av isolatorn (310);

varvid i värmaren nämnda ändnav (210) anpassats att stå i elektrisk förbindelse med elenergikällan och den andra ändan av nämnda värmeelement är anpassat at stå i elektrisk förbindelse med elenergikällan, varvid bildas en resistiv värmekrets för att upphetta nämnda elektriskt resistiva värmeelement som i sin tur upphettar den införda cigarretten (350).

3. Värmare enligt patentkravet 2, **kännetecknad** av att den elektriska isolatorn (310) anbringats på en yttre yta av röret, vilken yta befinner sig på motsatt sida i förhållande till en yta av röret som är riktad mot den införda cigarretten.

4. Värmare enligt patentkravet 2 eller 3, **kännetecknad** av att det minst ena bladet, den anbringade isolatorn (310) och det därtill hörande värmeelementet (122) har respektive värmeutvidgningskoefficienter för att kompensera för värmeexpansion vid upphettning av värmeelementet.

5. Värmare enligt patentkravet 2, 3 eller 4, **kännetecknad** av att springorna (130, 135) har utsträckning i längdriktningen i förhållande till röret för att avgränsa ett flertal blad med utsträckning i längdriktningen.

6. Värmare enligt patentkravet 2, 3 eller 4, **kännetecknad** av att springorna (130, 135) är spiralformiga.

7. Värmare enligt något av patentkraven 2 till 6, **kännetecknad** av att springorna (130, 135) är dimensionerade för att minimera värmeförlusten från ett upphettat värmeelement (122) och ett därtill hörande blad till ett angränsande blad.

8. Värmare enligt något av patentkraven 2 till 6, **kännetecknad** av att springorna (130, 135) är dimensionerade för att minimera en flykt av ångor framkallade av den upphettade cigarretten.

9. Värmare enligt något av patentkraven 2 till 8, **kännetecknad** av att röret (350) omfattar en öppning (360) för införande av cigarretten och ett förhållandevis trängre avsnitt för att åstadkomma omedelbar kontakt med den införda cigarretten.

10. Värmare enligt patentkravet 9, **kännetecknad** av att öppningen (360) har en diameter som är något större än den införda cigarrettens.

11. Värmare enligt patentkravet 9 eller 10, **kännetecknad** av att röret ytterligare omfattar ett svalgavsnitt (365) mellan öppningen och det trängre avsnittet, där svalgavsnittets diameter gradvis minskar från öppningsändan till det trängre avsnittet.

12. Värmare enligt patentkravet 9, 10 eller 11, **kännetecknad** av att bladen (120) är krökta inåt för att avgränsa det trängre avsnittet.

13. Värmare enligt något av patentkraven 9 till 12, **kännetecknad** av att öppningen ligger vid motsatt ända av röret i förhållande till nämnda gemensamma ändnav (110) och avgränsas de nämnda bladens (120) fria ändar.

14. Värmare enligt något av patentkraven 9 till 13, **kännetecknad** av att den ytterligare omfattar ett andra ändnav (210) som ligger vid motsatt ända av röret i förhållande till det gemensamma ändnavet (210) varvid det andra ändnavet (110) avgränsar öppningen för att införa cigarretten.

15. Värmare enligt något av patentkraven 2 till 8, **kännetecknad** av att den ytterligare omfattar ett andra ändnav (110) som ligger vid motsatt ända av röret i förhållande till det gemensamma ändnavet (210).

16. Värmare enligt patentkravet 15, **kännetecknad** av att springorna (130, 135) sträcker sig mellan bladen och det andra ändnavet.

elektrisk kontakt (128) elektriskt kopplad till den andra ändan av värmeelementet (122).

18. Värmare enligt något av patentkraven 2 till 17, **kännetecknad** av att den ytterligare omfattar åtminstone två elektriska isolatorer som anbringats på respektive åtminstone två av flertalet blad (120) och ett tillhörande värmeelement (122) anbringat på var och en av nämnda isolatorer så att en första ända av var och en av de tillhörande värmeelementen är elektriskt kopplade till motsvarande blad, varvid nämnda gemensamma ända (210) tjänar som en gemensam elektrisk jord för de hithörande värmeelementen och en andra ända av varje hithörande värmeelement är anpassad att var för sig elektriskt kopplas till elenergikällan.

19. Värmare enligt patentkravet 18, **kännetecknad** av att isolatorer och tillhörande värmeelement anbringats på vartannat blad.

20. Värmare enligt patentkravet 18, **kännetecknad** av att isolatorer anbringats på vart och ett av flertalet blad (120) och ett tillhörande värmeelement (122) anbringats på vartannat blad.

21. Värmare enligt patentkravet 18, **kännetecknad** av att antalet av nämnda flertal blad med ett tillhörande värmeelement (122) har samband med ett på förhand bestämt antal önskvärda drag på den införda cigarretten.

22. Värmare enligt patentkravet 18, **kännetecknad** av att antalet blad (120) med tillhörande värmeelement är lika med det på förhand bestämda antalet drag.

antalet blad (120) med tillhörande värmeelement är lika med det på förhand bestämda antalet drag.

23. Värmare enligt patentkravet 18, **kännetecknad** av att antalet blad (120) med ett tillhörande värmeelement är lika med två gånger ett på förhand bestämt antal önskvärda drag på den införda cigarretten.

24. Värmare enligt patentkravet 18, **kännetecknad** av att två blad (120) med ett tillhörande värmeelement (122) resistivt upphettas samtidigt.

25. Värmare enligt något av patentkraven 18 till 24, **kännetecknad** av att de elektriska isolatorerna (310) anbringats på en yttre yta av röret (350) på motsatt sida i förhållande till en yta av röret som är riktad mot den införda cigarretten.

26. Värmare enligt något av patentkraven 2 till 25, **kännetecknad** av att det förekommer perforeringar genom åtminstone ett av bladen.

27. Värmare enligt något av patentkraven 2 till 17, **kännetecknad** av att den elektriska isolatorn (310) anbringats på en inre yta av röret (350) så att värmeelementet är riktat mot den införda cigarretten.

28. Värmare enligt något av de föregående patentkraven, **kännetecknad** av att det elektriskt ledande materialet hos det cylindriska röret (350) utvalts ur en grupp bestående av järnaluminider och nickelaluminider och att värmeelementet (122) omfattar ett elektroresistivt material som utvalts ur gruppen som består av järnaluminider och nickelaluminider.

substratet (300) omfattar en järnaluminid, varvid det elektroresistiva värmeelementet (122) omfattar en järnaluminid, och varvid den elektriska isolatorn utvalts ur en grupp bestående av aluminiumoxid, zirkoniumoxid, mulit samt blandningar av aluminiumoxid och zirkoniumoxid.

30. Värmare enligt något av de föregående patentkraven, **kännetecknad** av att isolatorn omfattar zirkoniumoxid delvis stabiliserad med yttriumoxid.

31. Värmare enligt något av de föregående patentkraven, **kännetecknad** av att åtminstone ett av det elektriskt ledande substratet eller röret och de resistiva värmeelementen omfattar c:a 77,92 % Ni, c:a 21,73 % Al, c:a 0,34 % Zr och c:a 0,01 % B.

32. Värmare enligt något av de föregående patentkraven, **kännetecknad** av att det elektriskt ledande röret (350) eller substratet (300) omfattar en nickelaluminid med en modifikator som utvalts ur en grupp bestående av Zr och B.

33. Värmare enligt något av de föregående patentkraven, **kännetecknad** av att värmeelementet (122) omfattar en nickelaluminid med en modofikator som utvalts ur en grupp bestående av Zr och B.

34. Värmare enligt patentkravet 18, **kännetecknad** av att det cylindriska röret ytterligare omfattar ett gemensamt blad av elektriskt ledande material som sträcker sig från det gemensamma ändnavet, varvid det gemensamma bladet är anpassat att stå i elektrisk förbindelse med elenergikällan.

gemensamma ändnavet, varvid det gemensamma bladet är anpassat att stå i elektrisk förbindelse med elenergikällan.

35. Värmare enligt patentkravet 18, **kännetecknad** av att det gemensamma navet avgränsar en öppning för att införa cigarretten, varvid värmeelementets första ända är närbelägen i förhållande till det gemensamma navet och värmeelementets andra ända är avlägsen i förhållande till det gemensamma navet.

36. Värmare enligt patentkravet 13, **kännetecknad** av att värmeelementets första ända är avlägsen i förhållande till det gemensamma navet och värmeelementets andra ända är närbelägen i förhållande till det gemensamma navet.

37. Ett förfarande för att utforma en värmare att användas i en elektrisk cigarrettprodukt för upphettning av en cylindrisk cigarrett, **kännetecknat** av att förfarandet omfattar steg där man:

tillhandahåller ett elektriskt ledande material;

av det elektriskt ledande materialet bildar (a) ett flertal blad med springor mellan bladen, och (b) ett gemensamt ändavsnitt, varvid bladen sträcker sig från det gemensamma ändavsnittet;

anbringar en elektrisk isolator på åtminstone ett av nämnda flertal elektriskt ledande blad;

anbringar en elektriskt resistiv värmare på den elektriska isolatorn så att en första ända av värmaren står i elektrisk förbindelse med det minst ena elektriskt ledande bladet;

bildar en elektrisk kontakt på en andra ända av den sålunda bildade värmaren; och

formar nämnda flertal blad och det gemensamma avsnittet till en cylindrisk holk för att emotta en däri införd cigarrett.

38. Förfarande enligt patentkravet 37, **kännetecknat** av att man utför de steg, där man bildar en elektrisk isolator och en resistiv värmare, genom att man med användande av en mask och termobesprutning framställer respektive mönster av isolator och resistiv värmare.

39. Förfarande enligt patentkravet 37 eller 38, **kännetecknat** av att steget där man bildar nämnda flertal blad omfattar laserskärning av ett rör av elektriskt ledande material för att bilda detta flertal blad.

40. Förfarande enligt patentkravet 37, 38 eller 39, **kännetecknat** av att det ytterligare omfattar att man bildar nämnda flertal blad före det steg där man anbringar en elektrisk isolator på röret.

41. Förfarande enligt patentkravet 37, 38, 39 eller 40, **kännetecknat** av att steget där man tillhandahåller omfattar att man pressar en skiva av elektrisk ledande material till ett rör.

42. Förfarande enligt något av patentkraven 37 till 41, **kännetecknat** av att steget där man bildar bladen omfattar att man bildar blad som sträcker sig parallellt i förhållande till en röraxel i rörets längdriktning.

43. Förfarande enligt något av patentkraven 37 till 41, **kännetecknat** av att steget där man bildar bladen omfattar att man bildar blad som löper i spiral i förhållande till en röraxel i längdriktningen av ett rör av elektriskt ledande material.

44. Förfarande enligt patentkravet 43, **kännetecknat** av att man bildar de spiralformiga bladen genom att man håller röret i rotation medan man för en skäranordning i längdriktningen i förhållande till det roterande röret.

45. Förfarande enligt något av patentkraven 37 till 44, **kännetecknat** av att det ytterligare omfattar att man håller ett rör av elektriskt ledande material i rotation under nämnda steg där man bildar en elektrisk isolator.

46. Förfarandet enligt patentkravet 45, **kännetecknat** av att det ytterligare omfattar att man håller röret i rotation mellan varje steg där man bildar en elektriskt resistiv värmare.

47. Förfarande enligt något av patentkraven 37 till 46, **kännetecknat** av att det ytterligare omfattar att man stansar en skiva av elektriskt ledande material för att bilda ett gemensamt avsnitt och ett flertal blad som sträcker sig vinkelrätt från det gemensamma avsnittet i en och samma riktning och att man rullar ihop det gemensamma avsnittet för att bilda ett nav med nämnda flertal blad sträckande sig från densamma för att avgränsa holken för att emotta den cylindriska cigarretten.

48. Förfarande enligt något av patentkraven 37 till 46, **kännetecknat** av att det ytterligare omfattar att man stansar

en skiva av elektriskt ledande material för att bilda ett centrumnav och ett flertal blad som sträcker sig från detsamma och att man viker bladen i samma riktning för att bilda den holk där den cylindriska cigarretten skall införas.

49. Förfarande enligt patentkravet 48, **kännetecknat** av att det ytterligare omfattar att man viker ett avsnitt av vart och ett av de nämnda bladen cirka 180° i riktning mot det utformade gemensamma navet, varvid värmarens första ända bildas intill det gemensamma navet och att det ytterligare omfattar att man bildar en elektrisk förbindelse från värmarens andra ända längs det vikta andra avsnittet av bladet i riktning mot det gemensamma navet.

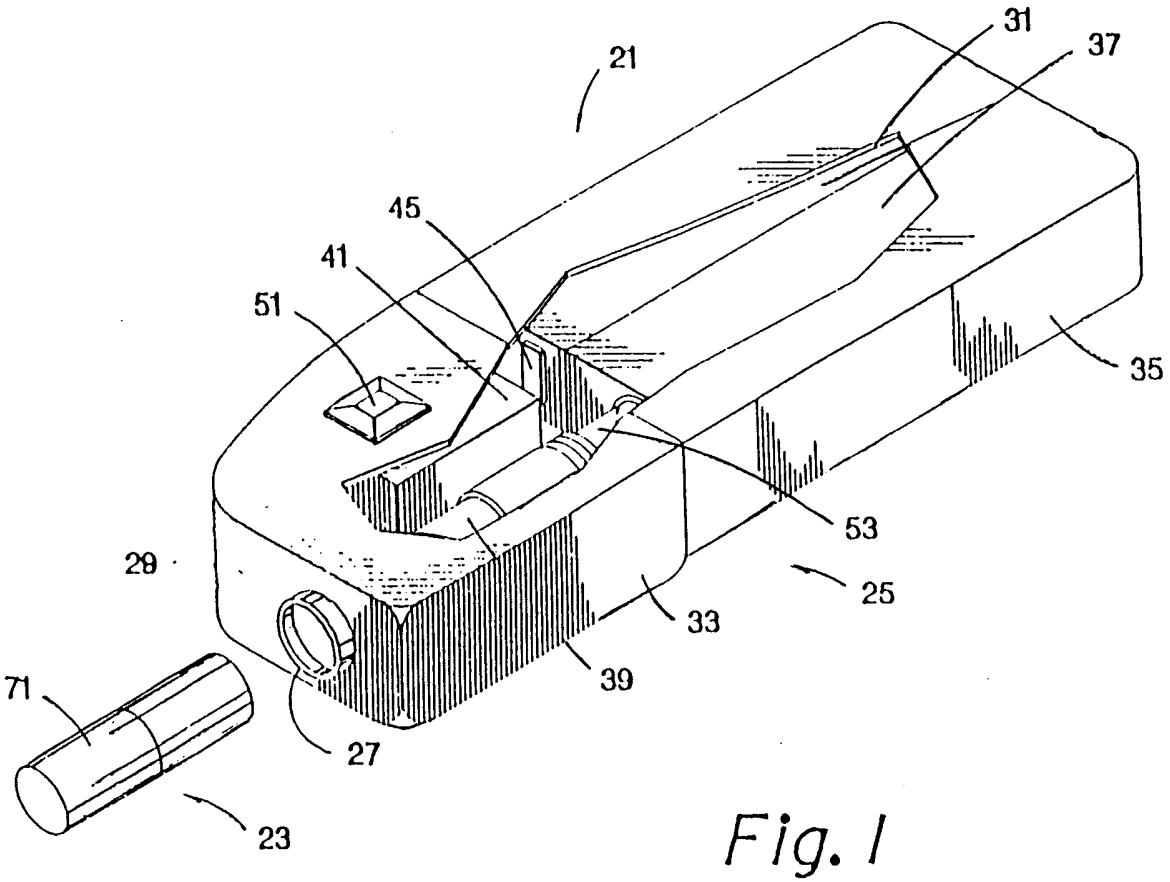


Fig. 1

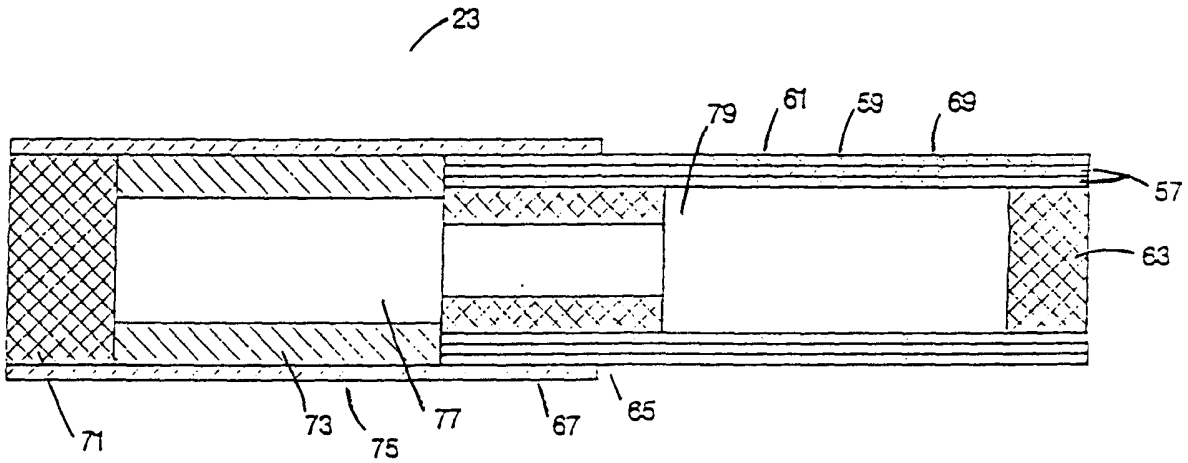


Fig. 2

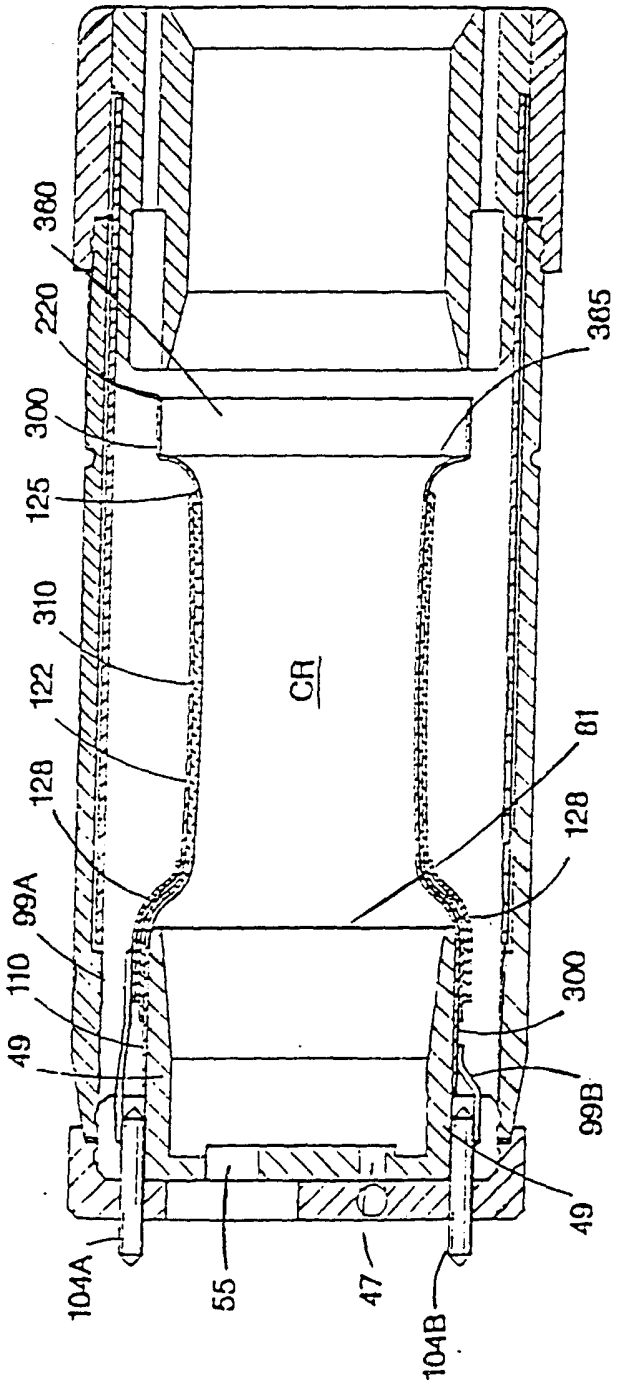

380
220
300
125
310
122
128
99A
110
49
104A
55
47
104B
49
99B
300
128
81
385
CR

Fig. 3

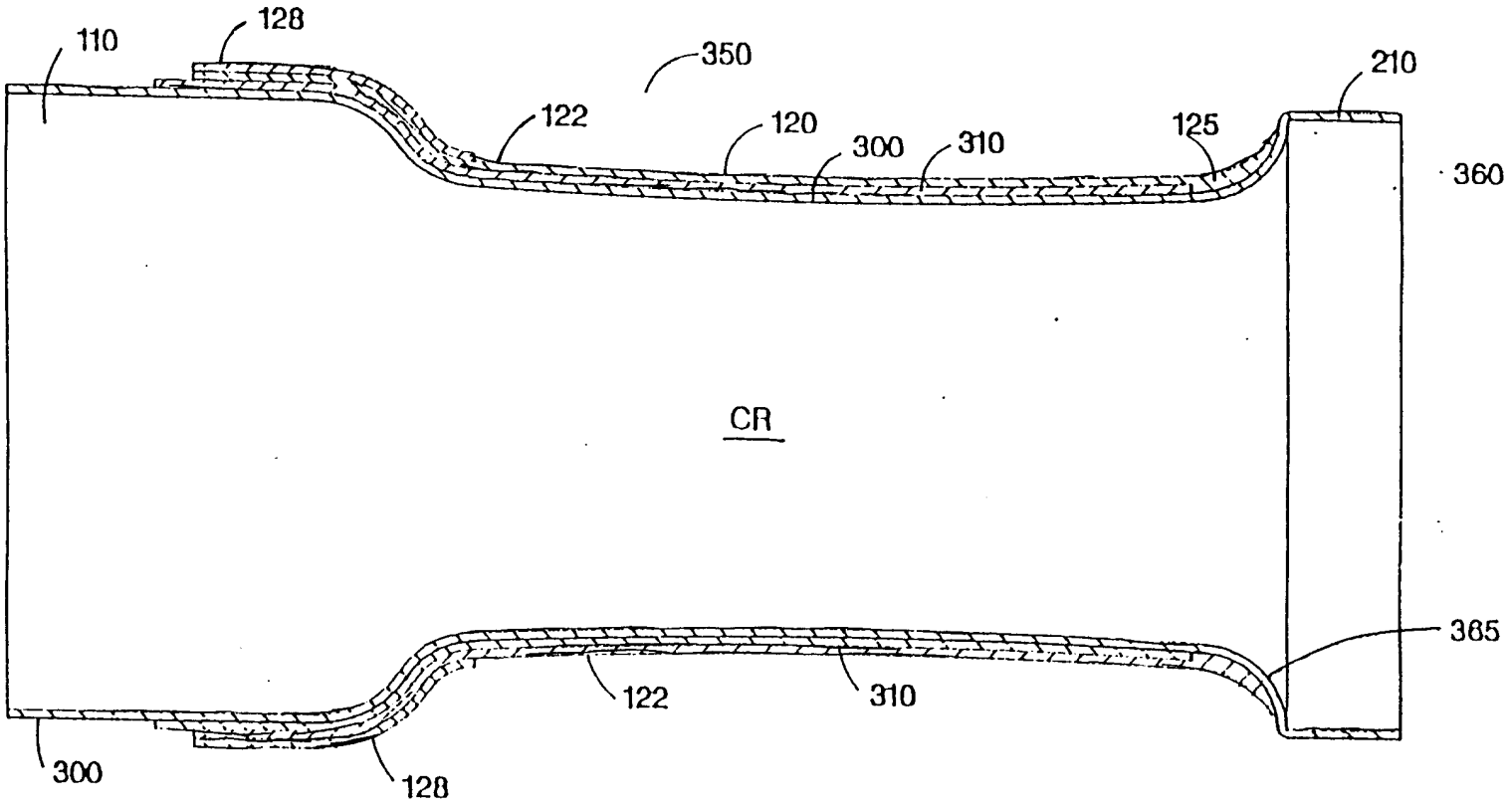


Fig. 4

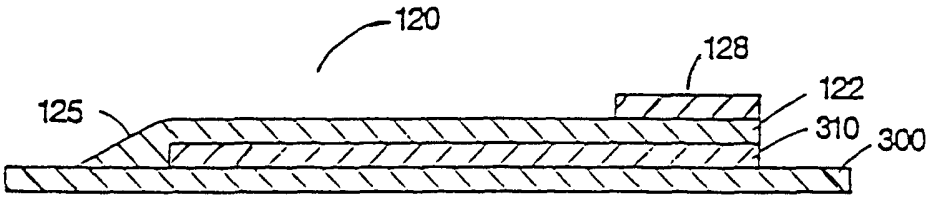


Fig. 5

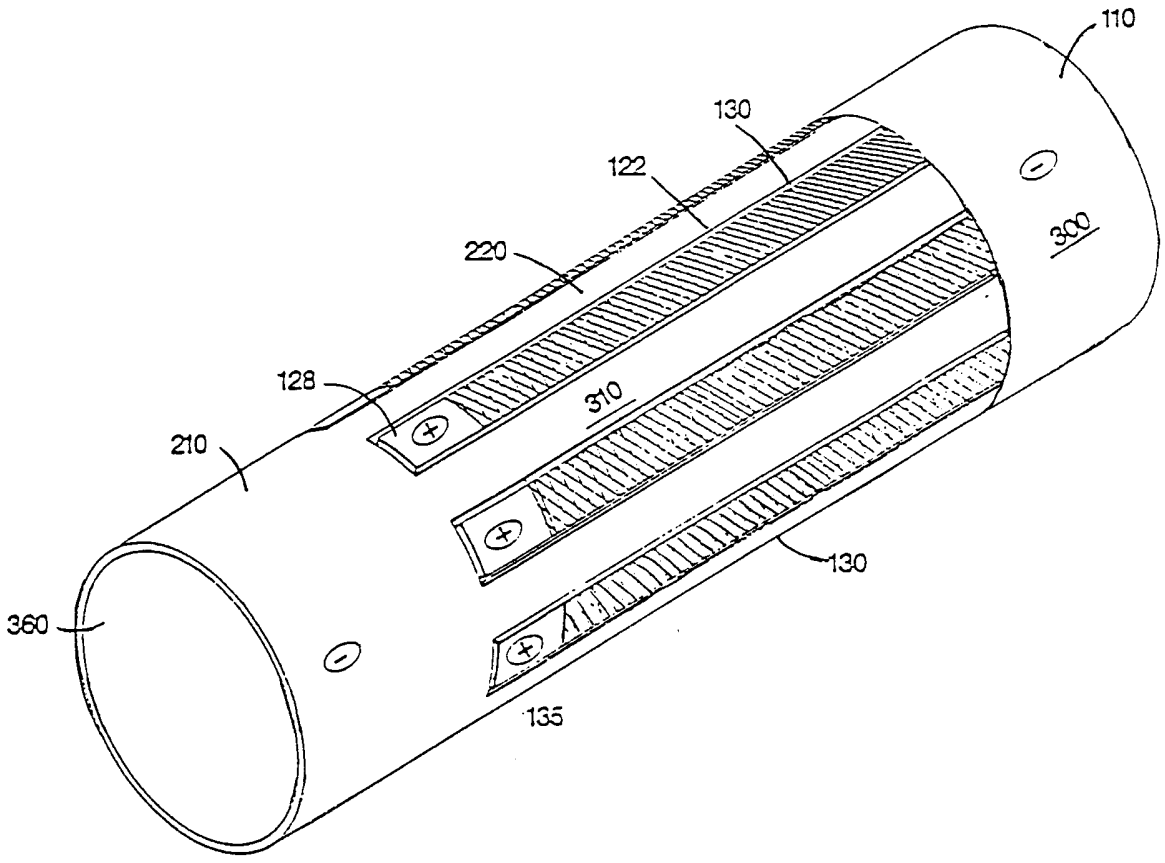


Fig. 6A

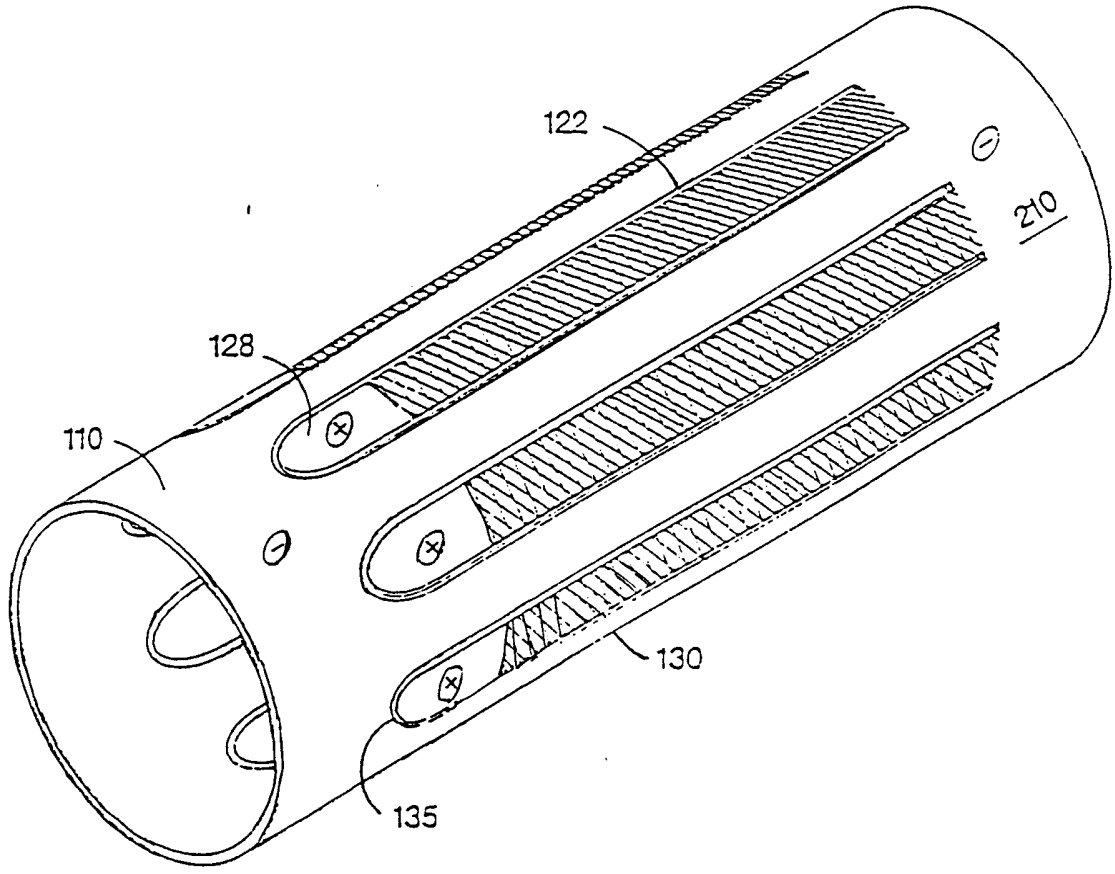


Fig. 6B

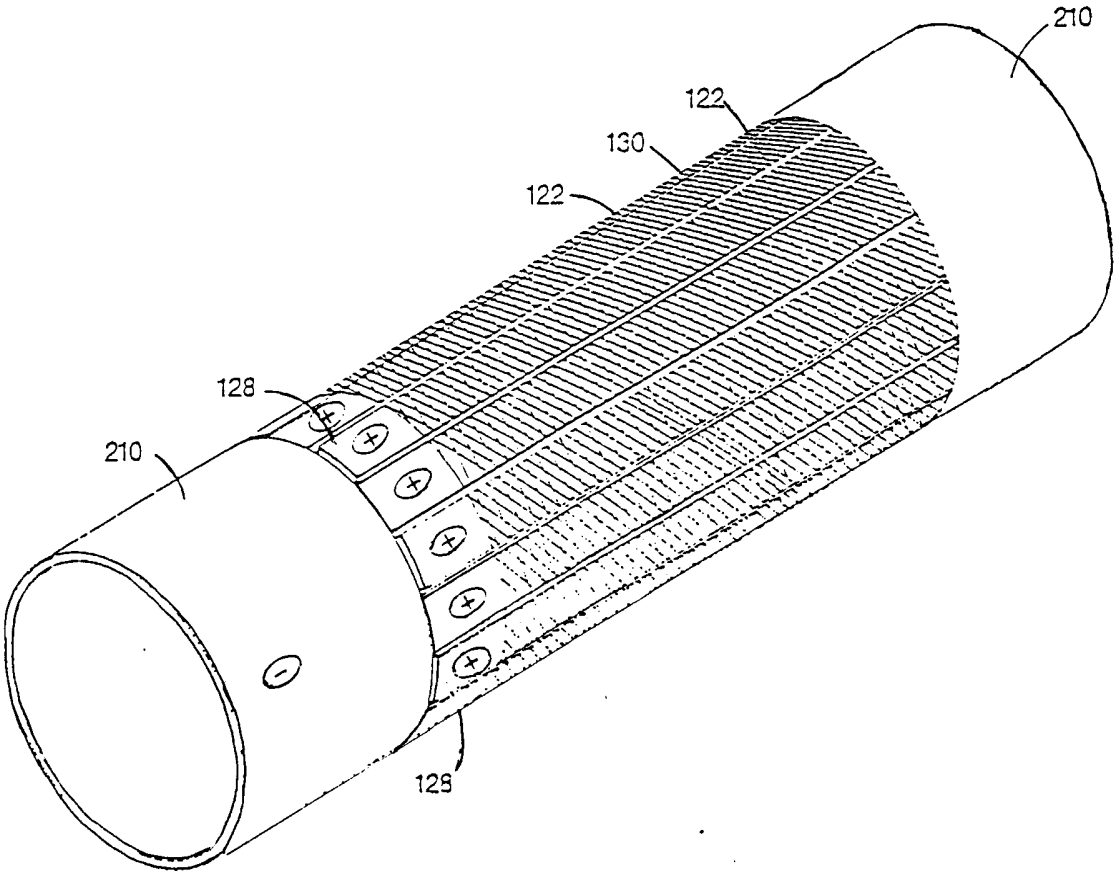


Fig. 7

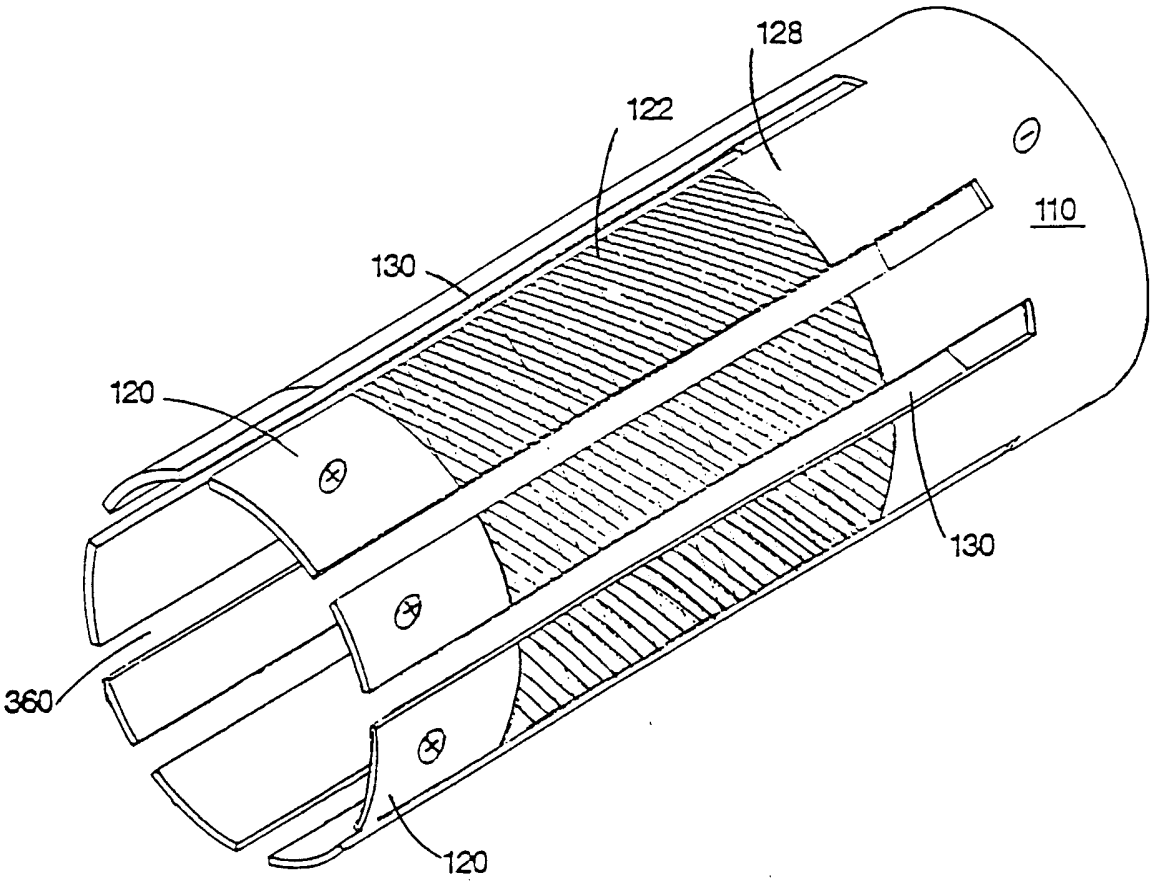


Fig. 8

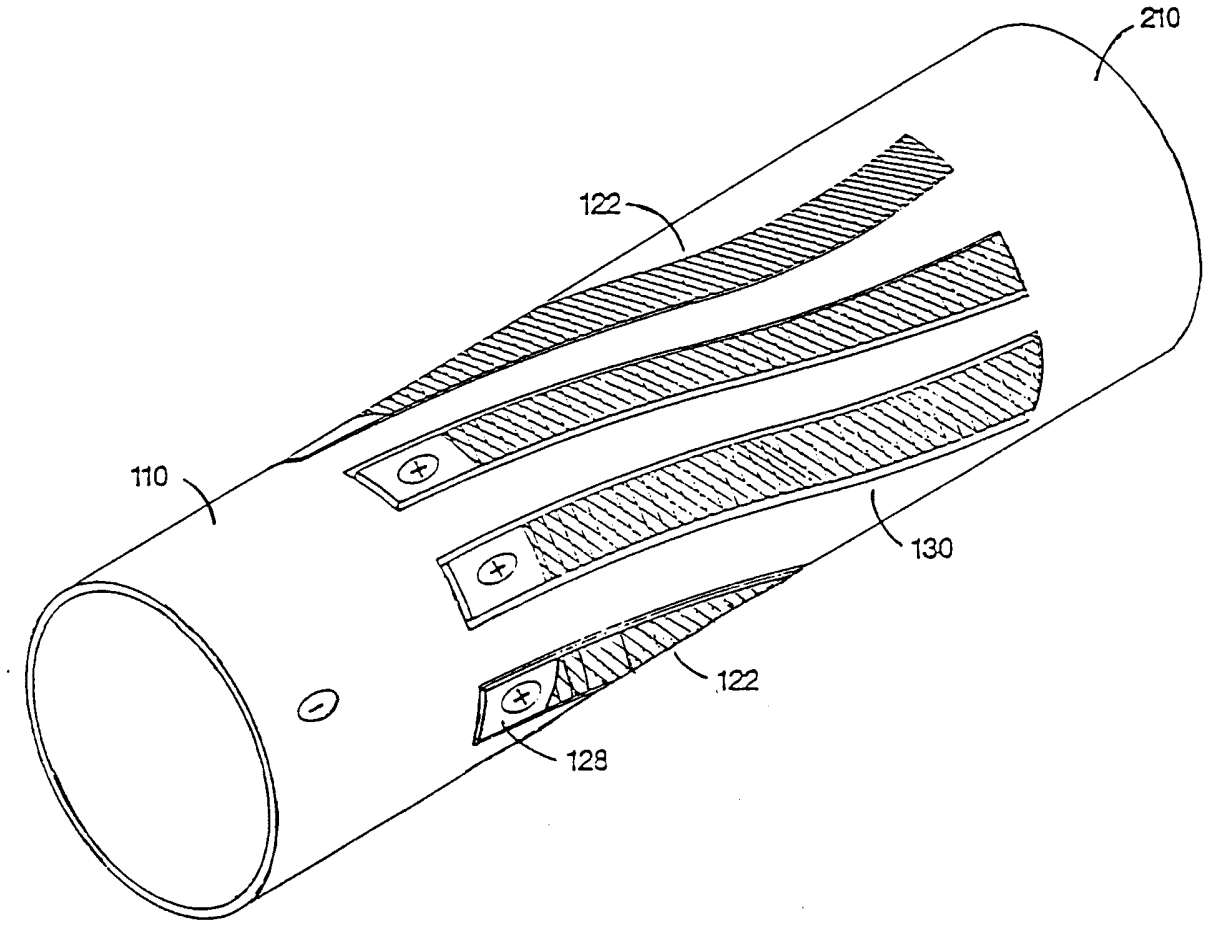


Fig. 9

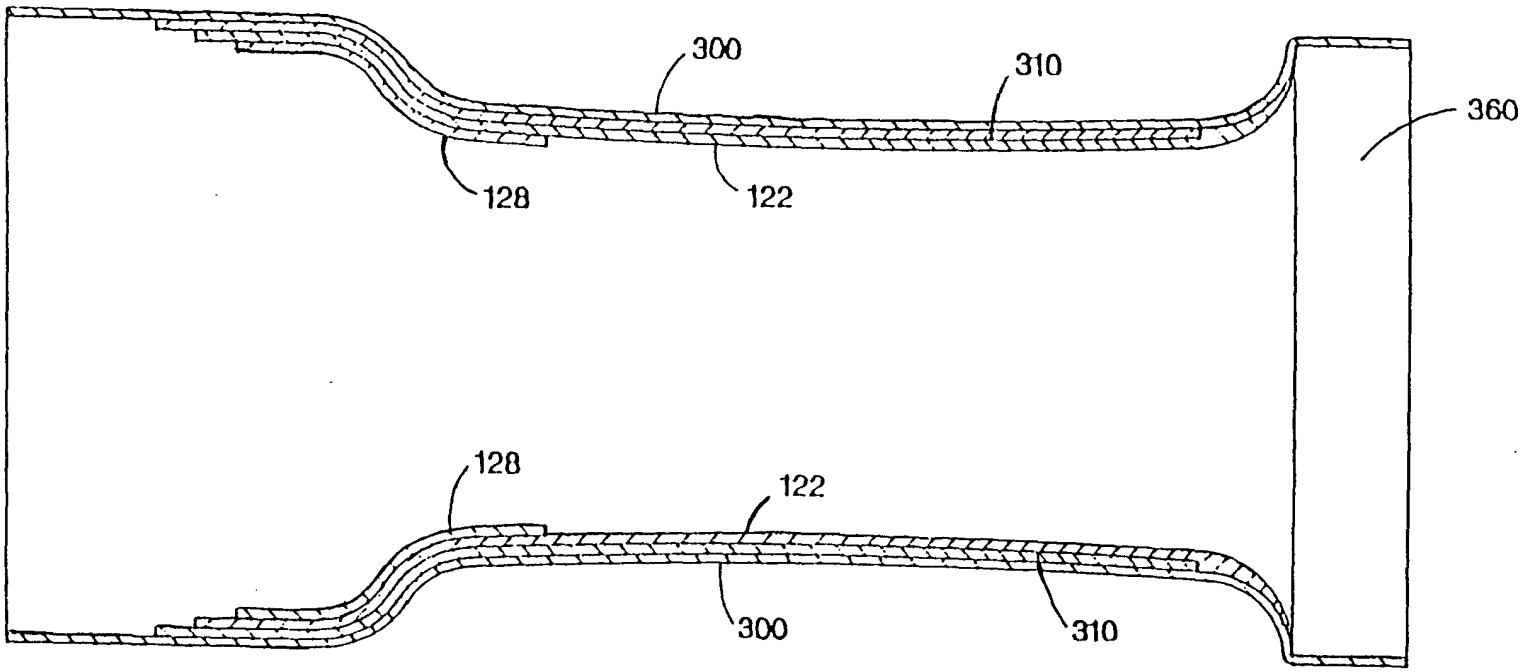


Fig. 10

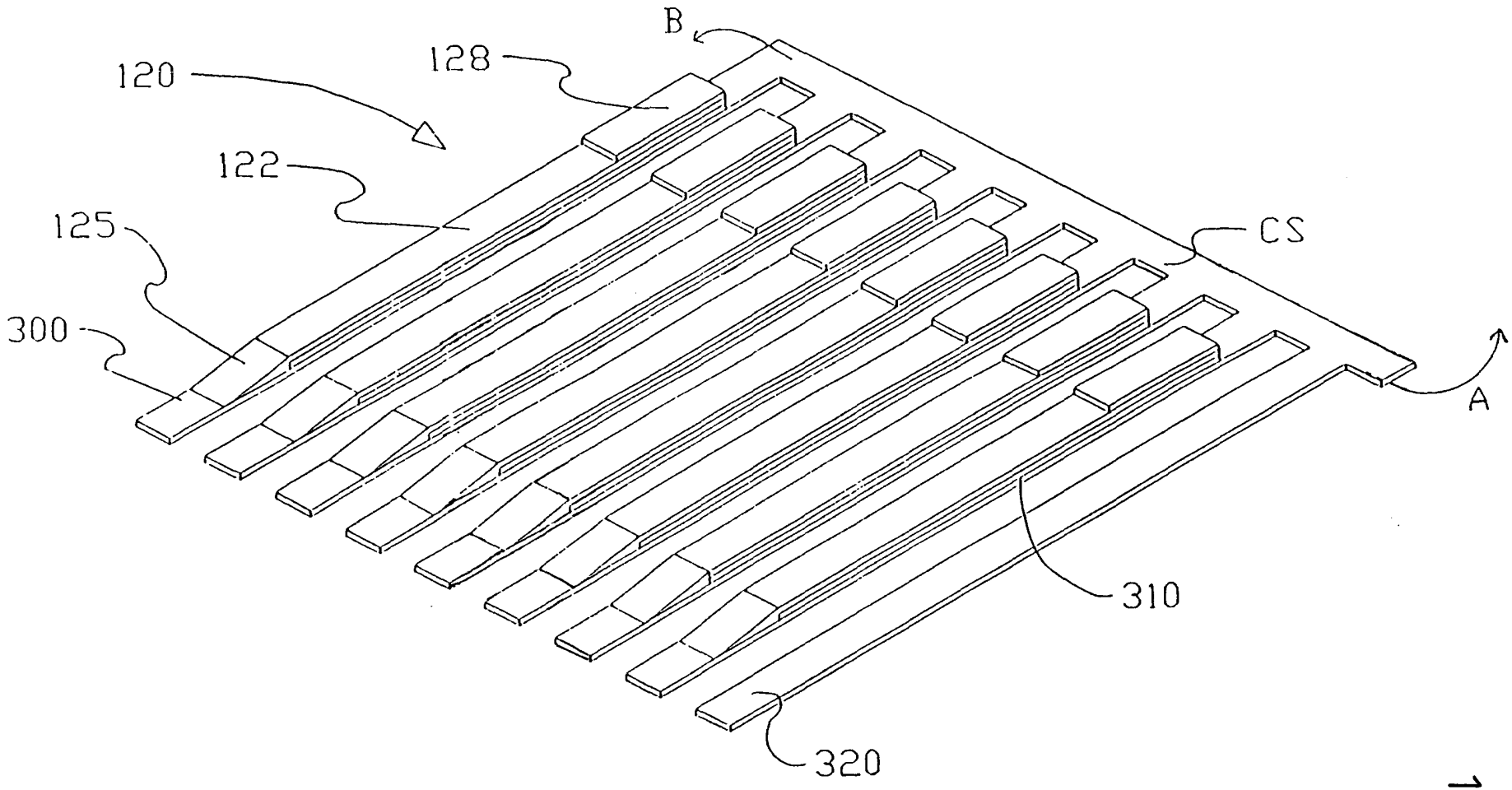


FIG. 11

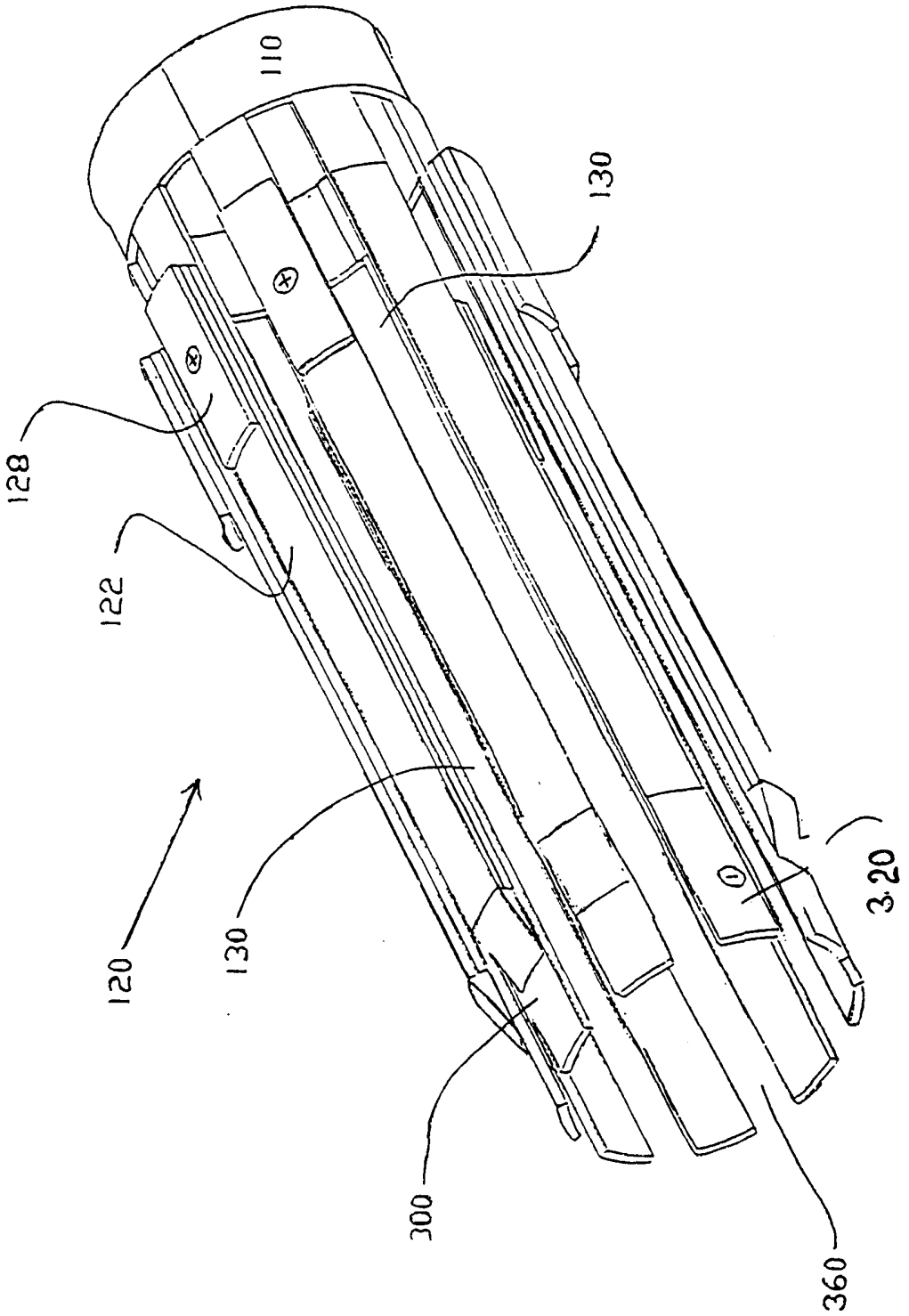


FIG. 12

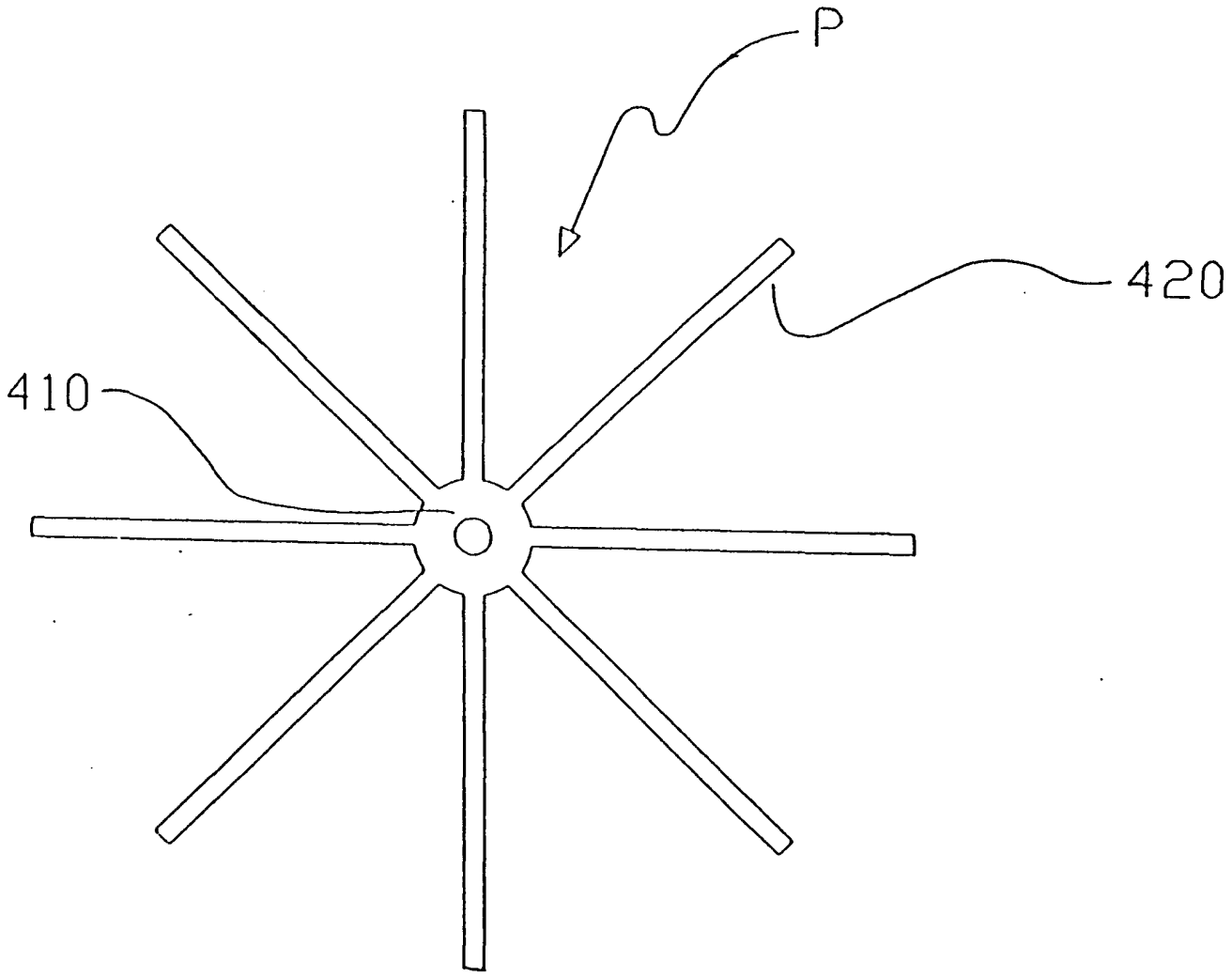


FIG. 13

109516

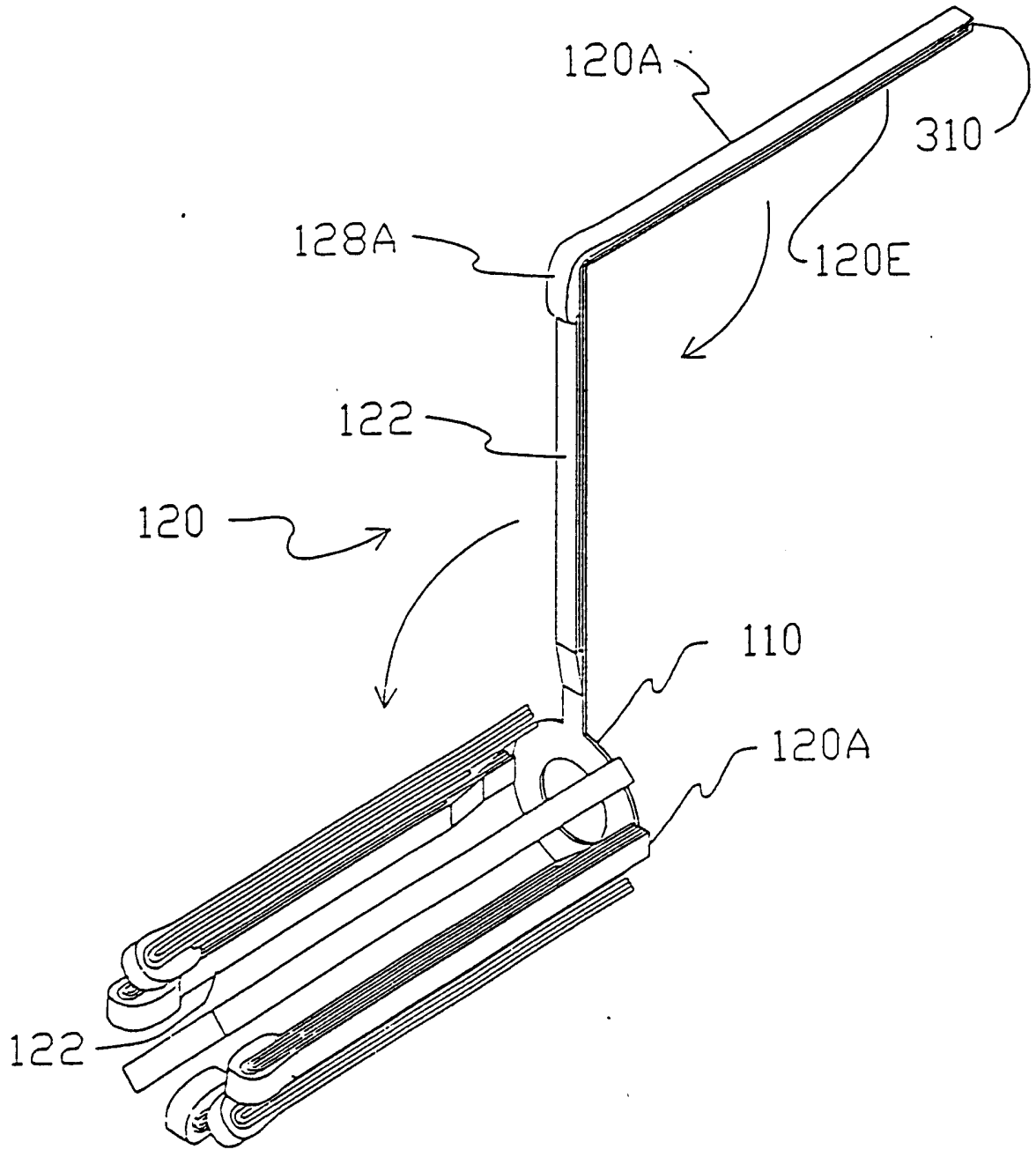


FIG. 14