



F1000106705B



# SUOMI – FINLAND (FI)

## PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

### (12) PATENTTIJULKAISU PATENTSKRIFT

(10) FI 106705 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

30.03.2001

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

B21B 25/04, F04B 43/06

(21) Patentihakemus - Patentansökning

990780

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

09.04.1999

(24) Alkupäivä - Löpdag

09.04.1999

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

10.10.2000

(73) Haltija - Innehavare

1 •Kuismanen, Esa, Lohelankatu 2, 95420 Tornio, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Kuismanen, Esa, Lohelankatu 2, 95420 Tornio, SUOMI - FINLAND, (FI)

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä ja järjestely aineen pumppaamiseksi  
Förfarande och arrangemang för pumpning av material

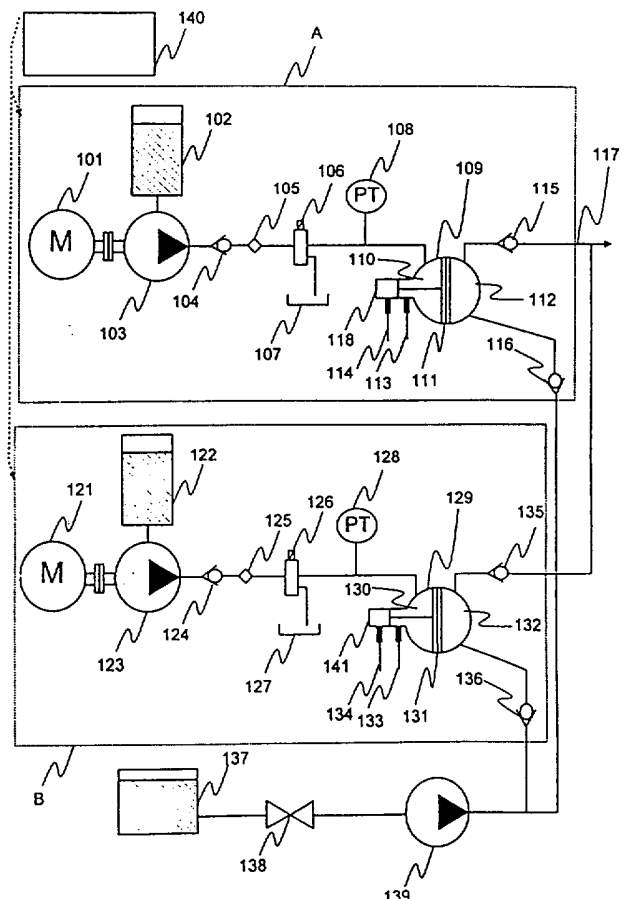
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

JP A 61291781, US A 4787350 (F02M 45/06)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on pumppausmenetelmä ja -järjestely, jossa ainakin kahta kammiopumppua (A, B) käytetään tasaisen ulostulovirtaaman aikaansaamiseksi. Kyseisessä pumppausmenetelmässä ja -järjestelyssä kammiopumpun tulokammio (110, 130) esipaineistetaan lähelle varsinaista työpainetta täyttövaiheen jälkeen tasaisen ulostulovirtaaman aikaansaamiseksi.

Uppfinningen avser ett förfarande och ett arrangemang för pumpning, där åtminstone två kammarpumpar (A, B) används för att åstadkomma ett enhetligt utgångsflöde. I det ifrågavarande pumpningsförfarandet och -arrangemanget trycksätts ingångskammaren till kammarpumpen (110, 130) på förhand nära det egentliga arbetsstrycket efter fyllningsfasen för att åstadkomma ett enhetligt utgångsflöde.



**Menetelmä ja järjestely aineen pumppaamiseksi**

Keksinnön kohteena on menetelmä ja järjestely teollisuudessa käyttävän aineen kuten esimerkiksi grafiitin tai tietyn ainekoostumuksen osakomponentin pumppaamiseksi, jossa menetelmässä pumppujärjestelyn tuoton tasaamiseksi pumpattava aine esipaineistetaan ennen varsinaista aineelle tehtävää pumppaustapahtumaa.

Terästeollisuudessa valssaustekniikalla valmistetaan teräslevyjä, -nauhaa, -putkia ja erilaisia profiileja. Valssien ja muokattavan materiaalin välissä käytetään öljyä tai muita kitkaa vähentäviä voiteluaineita kitkaa vähentämään. Voiteluaineen käyttö ja voitelun onnistuminen parantavat valssaustuloksen tasaisuutta ja estävät valssien kulumista.

Kuumavalssauksessa lämpötilat ovat suuruusluokaltaan n. 1000 °C ja valssausteloja joudutaan usein jäähdyttämään runsaalla vedellä. Tällöin voiteluaineena käytettävä öljy jää vesikalvon päälle ja voitelutulos huononee aiheuttaen samalla valssaustuloksessa laatuongelmia. Epätasaisesti valssattu teräsnauha valssataan ohuemmaksi kylmävalssauksella, mutta kuumavalssauksessa syntyneitä valssausvirheitä ei aina voida korjata kylmävalssauksella. Tällöin syntyy tuotteeseen laatuvirheitä, jotka merkitsevät valmistajalle ylimääräisiä hukkakustannuksia.

US-patentissa 4 201 070 on esitetty grafiittivesiseoksen käyttö saumattomien putkien valmistuksessa. US-patentissa 5 638 893 on esitetty voiteluainejärjestelmä, jolla saavutetaan jatkuva voiteluainevirta, sekä joukko järjestelmään liittyviä suuttimia, joista jokaista suutinta voidaan ohjata erikseen. Lisäksi esitellään suuttimien liikutelumekanismi, jolla saavutetaan tasainen voitelu, suuttimien ryhmittely erilaisiin kombinaatioihin sekä suuttimien automaattinen puhdistus määrävälein. US-patentissa 5 090 225 on esitetty menetelmä, jossa öljyvesiseosta suihkutetaan valssin kitaan metallinauhan molemmilta puolilta.

Nykyisin käytettäviä öljypohjaisia voiteluaineita paremmaksi voiteluaineeksi valssausprosessissa on laboratoriotestien perusteella havaittu grafiitti-nesteseos. Grafiittinesteseos vähentää kitkaa paremmin kuin muut voiteluaineet ja sen lämmönkestävyys on hyvä. Grafiitti on kemialliselta koostumukseltaan hiiltä. Grafiitin käyttöönottoa voiteluaineeksi on estänyt sen pumppauslaitteita voimakkaasti kuluttava ominaisuus. Kokeilluissa menetelmissä grafiitti ruiskutetaan korkeapainepumppauslaitteistolla esimerkiksi valssauspinnoille usean safiirisuuttimen kautta, jotta grafiitti levittäytyisi tasaisesti. Menetelmän ongelmana on pumppauslaitteiston osien kulu-

minen, koska grafiittipartikkelit hiovat laitteiston venttiilejä ja muita osia. Tästä on seurauksena grafiitin epätasainen suihkutuspaine ja suurentunut huoltotarve sekä sen myötä suuret huolto- ja keskeytyskulut. Eräissä sovelluksissa, joissa tarvitaan tarkkaa osakomponenttien annostusta, on ongelmana nestepiireissä oleva ylimääräinen kaasua. Samoin joissakin pumppausjärjestelyissä vaikuttava korkea paine laajentaa ajoittain järjestelyyn kuuluvia joustavia putkistoja ja aiheuttaa tiivistysten vuotamista jne. Mainitut tilavuusvirtaan vaikuttavat häiritsevät tekijät vaikeuttavat tekniikan tason mukaisen pumppausjärjestelyn tuotoksen pitämistä tasaisena.

Joissakin teollisissa sovelluksissa pumpattavan aineen kulutus on pientä ja lisäksi aineen määrän saaminen oikeaksi verrattuna johonkin toiseen pumpattavaan osakomponenttiin on tuotteen valmistuksen kannalta ratkaisevaa. Esimerkiksi ohuiden muotoiltujen kirurgin käsineiden valmistuksessa on ruiskutettavien osakomponenttien osuudet tarkasti määrätty. Osakomponenttien keskinäisten suhteiden vaihtelu ei saa olla muutamaa prosenttia suurempaa, jotta tuote täyttäisi sille asetetut vaatimukset. Tällaisten tuotteiden valmistus asettaa erittäin suuret vaatimukset prosesseissa oleville pumppuille ja erityisesti niiden tuoton tasaisuudelle ajan suhteen. US-patentissa 4 844 706 on esitetty menetelmä, jossa kahden kalvopumpun järjestelyllä pyritään saamaan aikaan tasainen tuotto järjestelmään kytketyssä ruiskutuslaitteessa. Kalvopumppujen ohjaukseen käytetään ulkoisella ohjauslogiikalla ohjattavia "AUKI-KIINNI"-venttiilejä. Kyseisten venttiilien ongelmana on niiden rakenteesta johtuva hitaus, josta johtuen paine muuttuu venttiilin aukaisun jälkeen vasta tietyn viiveen jälkeen. US-patentissa 5 205 722 on esitetty järjestely, jossa kolmen kalvopumpun järjestelyllä pyritään saamaan tasainen pumpattavan nesteen tuotto. Pumppausjärjestelyä ohjataan osittain mekaanisella pyörivällä sylinterijärjestelmällä. Erityisen vaikeaa on saada pumppujen yhteistuotto pysymään vakiona siinä tilanteessa, jolloin pumpattavaa nestettä pumppaava pumppu vaihdetaan pumppausjärjestelyssä toiseksi. Työvaiheessa olevan pumpun vaihtaminen toiseen aiheuttaa muutoksen tilavuusvirrassa, mikä puolestaan aiheuttaa ulostulopiirissä tuoton alenemista, joka joissakin sovelluksissa vaikuttaa huomontavasti lopputuotteen laatuun.

Keksinnön tarkoituksena on vähentää mainittuja, tekniikan tasoon liittyviä haittoja.

Keksinnön mukaiselle aineen pumppausmenetelmälle on tunnusomaista, että esipaineistettavana pumppausjärjestelynä käytetään kammiopumppujärjestelyä, jossa olevien kammiopumppujen täyttövaiheen ja työvaiheen välissä kammiopumpun tulokammio esipaineistetaan työnesteen avulla ennalta määrättyyn paineeseen.

Keksinnön mukaiselle aineen pumppausjärjestelylle on tunnusomaista, että pumppausjärjestely käsittää kaksi yhteen liitettyä kammiopumppujärjestelyä sekä niiden ohjausjärjestelmän.

- 5 Keksinnön eräitä edullisia suoritusmuotoja on esitetty epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa.

- 10 Keksinnön mukaisen pumppausmenetelmän ja -järjestelyn perusajatus on seuraava: Pumppausjärjestely käsittää toisistaan erillään olevat avustavan työainepiirin ja itse pumpattavan aineen pumppauspiirin. Siten pumpattavan aineen mahdolliset kuluttavat, syövyttävät ja muut epäedulliset ominaisuudet eivät vaikuta työainepiirin puo-
- 15 lla. Aineen pumppaukseen käytetään kahden tai useamman kammiopumpun järjestelyä, jossa pumppujärjestelyssä tasaisen tuoton varmistamiseksi tehdään kunkin kammiopumpun tulokammiolle täyttövaiheen jälkeen lyhyt esipaineistus. Menetelmän mukaisessa järjestelyssä voi olla useita keksinnön mukaisia pumppujärjestelyitä kytkettynä rinnan. Menetelmä soveltuu sekä matalapaine- että korkeapainepumppaukseen. Pumppausta voidaan valvoa ja ohjata käyttöpistekohtaisesti, jolloin aineen pumppaaminen on koko ajan hyvin hallittua. Nämä ominaisuudet tekevät keksinnön mukaisesta nesteen pumppausjärjestelystä huoltovapaan, jolloin tuotantoprosessin seisonta-aika vähenee merkittävästi.

- 20 Keksinnön etuna on, että pumpattavan nesteen tuotto pystytään pitämään vaihteluiltaan selvästi pienempänä kuin tekniikan tason mukaisilla menetelmillä.

Lisäksi keksinnön etuna on, että keksinnön mukaisella pumppausjärjestelyllä voidaan pumpata voimakkaasti kuluttavia nesteseoksia kymmeniä kertoja kauemmin ennen tarvittavaa huoltoa verrattuna tekniikan tason mukaisiin pumppausjärjestelyihin. Näin saavutetaan raskaassa metalliteollisuudessa merkittäviä kustannussäästöjä.

- 25 Edelleen keksinnön etuna on, että pumppausjärjestelyn erästä suoritusmuotoa voidaan käyttää sovelluksissa, joissa osa prosessiin kuuluvista laitteista/osista on yli 100 kV:n jännitteen alaisina.

Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisesti. Selostuksessa viitataan oheisiin piirustuksiin, joissa

- 30 kuva 1 esittää esimerkinomaisesti suoritusmuotoa, jota käytetään grafiittinesteseoksen pumppauksessa,

kuva 2 esittää esimerkinomaisesti suoritusmuotoa, jota käytetään staattiseen varaukseen perustuvissa maalausjärjestelmissä, ja

kuva 3 esittää pyörimisnopeus-paine-aika -kaaviona pumppausjärjestelyn paineen käyttäytymisen työnestepiiristä mitattuna.

- 5 Kuvassa 1 on esitetty esimerkinomaisesti periaatekuva pumppausjärjestelystä, jossa on käytetty keksinnön mukaista pumppausmenetelmää. Pumppausjärjestely koostuu kahdesta samanlaisesta kammiopumppujärjestelystä: pumppujärjestelystä A, kuvan viitenumerot 101-116, ja pumppujärjestelystä B, viitenumerot 121-135, ja molemmille yhteisestä pumpattavan aineen syöttöjärjestelmästä, viitenumerot 137-139, sekä pumppausjärjestelyn ohjausjärjestelmästä 140. Kuvan 1 suoritusmuodossa on pumppujärjestelyjen A ja B toiminta tahdistettu toisiinsa yhtenäisen, sykkeettömän tuoton aikaansaamiseksi. Kumpikin pumppujärjestelystä A, B käsittää kaksi neste-  
10 piiriä. Ensimmäistä piiriä 101-110, 121-130, jossa virtaa työnestettä, kutsutaan jäljempänä työnestepiiriksi. Toista piiriä 112-115, 132-135 sekä 137-139, jossa virtaa pumpattavaa ainetta, joka on edullisesti eräässä suoritusmuodossa grafiitti-neste-  
15 seosta, kutsutaan jäljempänä pumppauspiiriksi.

- Seuraavassa selitetään pumppujärjestelyn A osat ja niiden toiminta. Pumppujärjestelyn B osat ovat vastaavat, mutta sen toiminta on eri vaiheista, kuten kuvan 3 selityksen yhteydessä esitetään. Työneste pumpataan pumppujärjestelyssä A säiliöstä  
20 102 vakiotilavuuspumpun 103 kautta syöttölinjaa pitkin kammiopumpulle 109. Pumpua 103 käytetään moottorilla 101. Pumpun 103 jälkeen linjassa on toimiva vastaventtiili 104, jolla estetään työnesteen takaisinvirtaus pumppuun sen ollessa pysähtyneenä. Venttiilin 104 jälkeen linjassa virtaustunnistin 105, jota seuraa istuk-  
25 katyyppinen ohjausventtiili 106, jonka kautta työneste ohjataan kammiopumpulle 109 tai palautetaan työnestekiertoön keräilysäiliön 107 kautta. Ohjausventtiiliä 106 seuraa paineenmittauslaite 108, jolla mitataan kammiopumpun tulokammiossa 110 vallitsevaa painetta. Pumpattava aine syötetään säiliöstä 137 venttiilin 138 kautta syöttöpumpulle 139 ja siltä edelleen painovoimaisen vastaventtiilin 116 kautta kammiopumpun 109 lähtökammioon 112 kyseisen pumpun ollessa täyttövaiheessa.  
30 Kammiopumpun 109 lähtökammioista 112 pumpattava aine syötetään pumpun ollessa työvaiheessa edelleen painovoimaisen vastaventtiilin 115 kautta linjaan 117, jota pitkin se ohjataan kulloiseenkin käyttökohteeseen. Samaan linjaan on yhdistetty myös toiselta kammiopumpulta 129 tuleva pumpattavan aineen linja. Kammiopumpun 109 kalvoon 111 on kiinnitetty suojaputkessa 118 sijaitseva kalvon paikan  
35 mittauselin, edullisesti mäntämäinen elin, jonka ääriasennot suojaputkeen asennetut tunnistuselimet 113 ja 114 havaitsevat. Suojaputki 118 on mitoitettu niin väljäksi,

- että työneste pääsee täyttämään koko suojaputken käsittämän tilavuuden. Tunnistimilla 113 ja 114 saadaan näin havaittua kalvon 111 työvaiheasento. Tunnistimien 113 ja 114 kautta saatavalla tiedolla ohjataan pumppua 103 sekä venttiilejä 106 ja 138. Pumppausjärjestelyyn kuuluu myös pumppujen moottoreita, venttiilejä ja paineenmittauslaitteita havainnoiva/ohjaava ohjausjärjestelmä 140.

Pumpattavan aineen kokonaistuoton säätämiseen käytetään pumppausjärjestelyä, jossa kammiopumppujärjestelyjen A ja B avulla pumpataan ainetta linjan 117 kautta käyttökohteeseen. Kammiopumppujärjestelyn A kammiopumpun 109 lähtökammioon 112 tulee ainesäiliöstä 137 pumpattavan aineen syöttölinja, jossa virtauksen kulkua kammiopumppuun 109 ohjaa vastaventtiili 116 sallien pumpattavan aineen virtauksen säiliöstä 137 kammiopumpun 109 lähtökammioon 112 ainoastaan kyseisen kammiopumpun 109 täyttövaiheessa. Kammiopumpun 109 lähtökammion 112 on vastaventtiilin 115 kautta linja 117 käyttökohteeseen. Kyseiseen linjaan yhtyy myös kammiopumppujärjestelyltä B tuleva pumpattavan aineen syöttölinja.

- Kammiopumpussa 109 olevan kalvon 111 liikettä ohjataan edullisesti työnestepiirissä ja pumppauspiirissä vallitsevalla paine-erolla. Kun paine on suurempi kammiopumpun 109 tulokammion 110 puolella verrattuna lähtökammion 112 paineeseen, kammiopumppu 109 on työvaiheessa, eli silloin kalvo siirtää pumpattavaa ainetta vastaventtiilin 115 kautta linjaan 117. Pumpattavan aineen tilavuusvirtaama pidetään vakiona säätämällä työnestepiirissä olevan vakiotilavuuspumpun 103 pyörintänopeutta siten, että työnestepiirin tilavuusvirtaama pysyy vakiona. Kun kammiopumpun 109 lähtökammion 112 paine on suurempi kuin tulokammion 110 paine, eli kammiopumppu 109 on täyttövaiheessa, kalvo 111 kammiopumpussa 109 liikkuu suuntaan, jossa lähtökammioon 112 virtaa pumpattavaa ainetta säiliöstä 137. Tällöin sallitaan vain virtaus säiliöstä 137 vastaventtiilin 116 kautta kammiopumpun 109 lähtökammioon 112.

- Paine-eroa kalvon eri puolilla ohjataan pumppujen 103, 121 ja 138 avulla siten, että kammiopumput 109 ja 129 ovat vuoron perään työ- ja täyttövaiheessa. Toisen kammiopumppuista 109 tai 129 tullessa työvaiheeseen pumpattavan aineen virtaama kyseisen kammiopumpun lähtökammion 112 aukaisee kyseisen kammiopumpun lähtökammion 112 seuraavan vastaventtiilin. Toinen kammiopumppuista tulee samanaikaisesti oman työvaiheensa loppuun, jolloin kyseisen toisen kammiopumpun työnestepiirissä oleva vakiotilavuuspumppu pysäytetään. Tämän seurauksena kyseisen toisen kammiopumpun jälkeinen vastaventtiili sulkeutuu painovoimaisesti muutaman sekunnin kuluessa. Kun kyseinen vastaventtiili on sulkeutunut siirrytään kyseisen toisen kammiopumpun täyttövaiheeseen, jossa kyseisen toisen kammiopumpun lähtökammio täytetään pumpattavalla aineella. Kammiopumppujen 109 ja 129 kal-

tökammio täytetään pumpattavalla aineella. Kammiopumppujen 109 ja 129 kalvoon on eräässä edullisessa suoritusmuodossa liitettyä jousi tai työsylinteri, jonka avulla autetaan kalvoa 111, 131 palaamaan täyttövaiheessa työvaiheen alkuasentoon.

- 5 Kammiopumpun täyttövaiheen päätyttyä suoritetaan keksinnön mukainen esipaineistus. Esipaineistus saadaan aikaiseksi pyörittämällä vakiotilavuuspumppua 103, 123 niin kauan, että haluttu paine kammiopumpun 109, 129 tulokammiossa 110, 130 on saavutettu. Tämän jälkeen vakiotilavuuspumppu pysäytetään ja työ-nesteen syöttölinjassa olevat painovoimaisesti toimivat vastaventtiilit sulkeutuvat ja täten es-  
10 tävät paineen alenemisen kammiopumpun 109, 129 tulokammiossa 110, 130. Työ- ja täyttövaiheen vaiheistukset pumpuille A ja B esitetään tarkemmin kuvan 3 selityksen yhteydessä.

- Kuvan 1 esimerkinomainen pumppausjärjestely käsittää kammiopumpun 109, 129 kalvoon 111, 131 kiinnitetyn mittauselimen suojaputkessa 118, 141 sijaitsevat kalvon paikan tunnistimet 113, 114 ja 133, 134, joiden avulla on havainnoitavissa kalvon 111, 131 eri toiminta-asennot. Tunnistimet voidaan toteuttaa useilla eri tavoilla.  
15 Edullisesti ne voivat olla joko galvaanisia, induktiivisia, kapasitiivisia tai optisia tunnistimia. Kun kuvassa 1 kammiopumpun 109 kalvo 111 on saavuttanut työvaiheen loppuvaiheen, tunnistin 113 antaa siitä signaalin, joka johdetaan pumppausjärjestelyn ohjausjärjestelmään 140. Ohjausjärjestelmä antaa pysähtymiskäskyn pump-  
20 pujärjestelyn A vakiotilavuuspumpun 103 moottorille 101. Samanaikaisesti pump-  
pujärjestelyyn A liittyvässä linjassa olevalle istukkaventtiilille 106 annetaan käsky siirtyä asentoon, jossa työnesteen virtaus sallitaan myös tankkilinjaan 107 ja sitä kautta säiliöön 102. Samanaikaisesti ohjausjärjestelmä antaa pumppujärjestelyyn B liittyvälle vakiotilavuuspumpun 123 moottorille 121 käskyn käynnistystä, ja samoin  
25 istukkaventtiilille 126 annetaan käsky siirtyä asentoon, jossa istukkaventtiili 126 ei enää salli työnesteen virrata säiliöön 102. Kun paine on kasvanut riittävän suureksi kammiopumpun 129 tulokammiossa 130, pumpattavan aineen pumppaus siirtyy kammiopumpulta 109 kammiopumpulle 129 edellä kuvatulla tavalla.

- Kuvan 1 pumppausjärjestely ja sen työnestepiiri soveltuvat suurta pumppaustehoa ja  
30 hyvää ulostulovirtaaman tasaisuutta vaativiin sovelluksiin, kuten esimerkiksi pumppausjärjestelyihin, joissa pumpataan grafiitti-nesteseosta. Työneste saadaan säiliöistä 102, 122, joista se pumpataan vakiotilavuuspumpulla 103, 123 kammiopumppujen 109, 129 tulokammioon 110, 130. Pumppua 103, 123 käytetään moottorilla 101, 121, jota puolestaan ohjataan taajuusmuuttajilla, joita ei ole esitetty kuvassa 1. Is-  
35 tukkaventtiilejä 106, 126 ohjataan myös aiemmin mainitulla ohjausjärjestel-

mällä 140. Paineenmittauslaitteiden 108, 128 antamaa tietoa käytetään hyväksi pumppujärjestelyjen A, B ohjauksessa ja esipaineistuksen aikaansaamisessa myöhemmin esitettävällä tavalla.

- Kuvassa 2 on esitetty eräs keksinnön edullinen suoritusmuoto, jota käytetään sovel-
- 5 luksissa, joissa tarvitaan erittäin tarkkaa pumppauksen ulostulovirtaaman hallintaa. Pumppauspiirissä pumpattava aine, joka voi olla sähköstaattista maalausnestettä, saadaan säiliöstä 237, josta johtaa aineen syöttölinja kammiopumppujärjestelyn C, D kammiopumpun 209, 229 lähtökammioon 212, 232 kuvan 1 selityksen yhteydessä esitetyllä tavalla, sillä poikkeuksella, että linjassa varastosäiliöstä 237 venttiilin 238
- 10 kautta kammiopumpuille ei ole erillistä pumppua, vaan pumpattava aine siirtyy painovoiman/alipaineen vaikutuksesta täyttövaiheessa olevan kammiopumpun lähtökammioon painovoimaisesti toimivan vastaventtiilin 216, 236 kautta. Kammiopumpun työvaiheessa toiminta on yhteneväinen kuvan 1 selityksen kanssa. Pumpattava neste virtaa syöttölinjaa 217 pitkin kammiopumpuilta käyttökohteeseen.
- 15 Kuvan 2 suoritusmuodossa työnestepiiriä on muutettu seuraavanlaiseksi, jotta saavutettaisiin erittäin hyvä paineen hallinta pumppausjärjestelyn ulostulovirtaamassa. Seuraavassa selitetään pumppujärjestelyn C työnestepiirin osat ja niiden toiminta. Pumppujärjestelyn D osat ovat vastaavat, mutta sen toiminta on eri vaiheista, kuten kuvan 3 selityksen yhteydessä esitetään. Työnestepiiri käsittää askelmoottorin vaih-
- 20 teistoineen 200 ja siihen liitetyn takogeneraattorin 201, karamoottorin 202 karoineen, karan aseman tunnistimet 203-204, karaan liitetyn mäntäpumpun 205, mäntäpumpun jälkeisessä linjassa olevan istukkaventtiilin 206, työnestesäiliön 207, paineen mittauslaitteen 208 sekä kammiopumpun 209 tulokammion 210. Kyseisessä suoritusmuodossa työnestettä ei kierrätetä, vaan työneste siirtyy mäntäpumpusta 205
- 25 istukkaventtiilin 206 kautta kammiopumpun 209 tulokammioon 210 työvaiheessa ja palaa kammiopumpun ollessa täyttövaiheessa takaisin mäntäpumppuun 205. Kyseinen virtaussuunnan muutos saadaan aikaan muuttamalla mäntäpumpun männän liikesuuntaa, mikä taas saadaan aikaiseksi muuttamalla karamoottorin pyörimissuuntaa. Takogeneraattorilta 201 saatavaa signaalia käytetään pumppujärjestelyn C
- 30 askelmoottorin 200 pyörimisnopeuden ja suunnan ohjaukseen ohjausjärjestelmässä 240. Samoin venttiilin 206 toiminta-asentoa ohjataan ohjausjärjestelmän 240 avulla.
- Keksinnön mukaisessa esipaineistuksessa askelmoottoria 200 pyöritetään niin kauan, että haluttu paine saavutetaan kammiopumpun 209 tulokammiossa 210. Koska askelmoottori 200 on pysäytetty, ei myöskään mäntäpumpun 205 mäntä liiku, ja
- 35 näin ollen saadaan kammiopumpun 209 tulokammion 210 paine pidettyä halutulla tasolla aina työvaiheen alkuun saakka. Säiliöstä 207 voidaan tarvittaessa ottaa lisää

työnestettä pumppujärjestelyyn tai myöskin vähentää työnestettä tarvittaessa. Istukkaventtiiliä 206 käytetään myös työnesteessä olevan kaasun poistoelimenä kuvan 3 selityksen yhteydessä tarkemmin esitetyllä tavalla.

- 5 Virtauskanava mäntäpumpusta venttiilille on järjestetty siten, että kyseisen kammiopumppujärjestelyn ollessa täyttövaiheessa työnesteessä oleva kaasu keräytyy istukkaventtiiliin sellaiseen osaan, josta kerääntynyt kaasu voidaan johtaa varastosäiliöön 207. Kun kaasu, jota voi olla työnesteessä useita prosentteja, on saatu hallitusti poistettua työnesteestä, työneste ei enää puristu kokoon, ja täten paineenhallinta kammiopumpun tulokammiossa on hyvä. Kyseisellä tavalla pumppausjärjestelyn
- 10 kammiopumppujen tulokammioissa valitsevat painevaihtelut kytetään hallitsemaan tekniikan tason mukaisia järjestelyjä paremmin.

- Kammiopumpussa 209 olevan kalvon 211 asennon tunnistimet 213-214 voidaan toteuttaa useilla eri tavoilla. Mittauselimen suojaputkeen 218, 239 voidaan kytkeä galvaanisia, induktiivisia, kapasitiivisia tai myös optisia tunnistimia. Eräässä edullisessa suoritusmuodossa voidaan käyttää optisia tunnistimia, jolloin itse kammiopumppu ja pumpattava aine voidaan erottaa galvaanisesti muusta pumppausjärjestelystä. Tällaisia sovelluskohteita ovat esimerkiksi materiaalin staattiseen varaukseen perustuvat maalausmenetelmät. Näissä menetelmissä käytettävät maalimateriaalin varausjännitteet voivat olla yli 100 kV, joten galvaaninen erottaminen on jo
- 20 laitteen käyttöturvallisuuden kannalta tärkeää.

Kuvien 1 ja 2 kuvaamia pumppausjärjestelyitä voidaan kytkeä toimimaan useita rinnakkain. Tällöin niitä on mahdollista käyttää sovelluksissa, joissa tarvitaan useita eri osakomponentteja sekoitettuna yhteen käyttökohteeseen tai joissa pumpattavaa materiaalia on levitettävä yhtäaikaaisesti laajalle pinta-alalle.

- 25 Keksinnön mukaisessa pumppausmenetelmässä käytettävä esipaineistus, sen ajoitus ja vaikutukset pumppausjärjestelyn A, B tai C, D ulostulovirtaamaan on esitetty kuvassa 3 käyttäen hyväksi kuvan 1 pumppausjärjestelyn A, B viitenumerointia. Käytetty aika-akseli osoittaa ainoastaan tapahtumien järjestyksen, ei eri tapahtumien tarkkaa kestoa. Esimerkiksi pumppausjärjestelyssä käytetty esipaineistus voi kestää
- 30 lyhyimmillään joitakin millisekunteja ja varsinainen työvaihe voi kestää kymmeniä sekunteja. Kuvassa 3 esitetään aikajärjestyksessä pumppujärjestelyn A työnestepiirissä olevan vakiotilavuuspumpun 103 moottorin kierrokset NRM1, kammiopumpun 109 tulokammion 110 paine P1, pumppujärjestelyn B työnestepiirissä olevan vakiotilavuuspumpun 123 moottorin kierrokset NRM2, kammiopumpun 129 tulo-

kammion 130 paine P2 ja pumppujärjestelystä lähtevä ulostulovirtaama F1+2 linjassa 117.

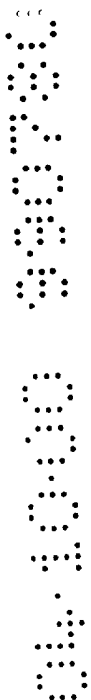
- 5 Aikakaavio alkaa hetkestä  $t_1$ , jolloin pumppausjärjestelyssä kammiopumppu 129 vastaa pumpattavan aineen pumppauksesta. Tällöin vakiotilavuuspumpun 123 moottori käy ohjearvon mukaisella vakionopeudella, kuten aikakaavion kuvasta NRM2 nähdään, aikaansaaden vakio tilavuusvirtaaman työnestepiirissä. Kammiopumpun 129 tulokammion 130 paine P2 pysyy halutulla vakiotasolla, mistä seuraa kalvon 131 liike suuntaan, joka saa pumpattavan aineen virtaamaan kyseisen kammiopumpun 129 lähtökammioista linjaan 117.
- 10 Hetkellä  $t_1$  on toisen kammiopumpun 109 täyttövaihe jo päättynyt ja kammiopumpun 109 lähtökammio 112 on täynnä pumpattavaa ainetta. Hetkellä  $t_1$  vakiotilavuuspumpun 103 moottori käynnistetään. Moottorin kierrokset NRM1 ohjataan halutulle tasolle, joka on pienempi kuin varsinaisessa työvaiheessa käytettävät moottorin kierrokset. Tehdyn toimenpiteen seurauksena paine kammiopumpun 109 tulokammiossa
- 15 110 kasvaa kaavion P1 mukaisesti. Hetkellä  $t_2$  vakiotilavuuspumpun 103 moottori pysäytetään ja kaaviosta nähdään, että kammiopumpun 109 tulokammiossa 110 oleva paine jää työvaiheessa käytettävän painetasen alapuolelle. Koska esipaineistuspaine P1 (40-90 % työpaineesta) jää selvästi pienemmäksi kuin varsinaisessa työvaiheessa käytettävä paine, joka vallitsee linjassa 117 kammiopumpun 129 työvaiheen vuoksi, kammiopumpun 109 jälkeinen vastaventtiili 115 ei aukea esipaineistuksen aikana. Vastaventtiili 104 taas estää työnesteen virtaamisen takaisinpäin, kun vakiotilavuuspumppu 103 on pysäytetty hetkellä  $t_2$ . Täten paine saadaan säilymään muuttumattomana kammiopumpun 109 tulokammiossa 110 aina hetkeen  $t_3$  saakka. Mikäli paineen todetaan muuttuvan hetkien  $t_2$  ja  $t_3$  välillä, tiedetään pumppausjärjestelmässä olevan jossain vuotokohta, joka on etsittävä ja korjattava.
- 25 Täten paineensäätö toimii myös vianilmaisimena. Hetkellä  $t_3$  kammiopumppu 129 lähestyy oman työvaiheensa loppua. Ohjausjärjestelmä käynnistää hetkellä  $t_3$  vakiotilavuuspumpun 103 moottorin ja ohjaa sen pyörimään työvaiheen vaatimalla nopeudella. Koska kammiopumpun 109 tulokammiossa 110 vallitsee jo lähes työvaiheen aikainen paine, varsinainen työvaiheen paine saavutetaan hallitusti ja nopeasti
- 30 ajan  $\Delta t$  kuluessa ( $\Delta t = t_4 - t_3$ ) kuten kaavio P1 osoittaa. Kyseinen aika  $\Delta t$  voidaan määrittää käytettävän sovelluksen pohjalta alkaen 1 ms aina sekunteihin saakka. Painesäädön nopeus määritetään siten, että tavoitepaine saavutetaan nopeasti ja mahdollisimman vähäisin värähtelyin.

Hetkellä  $t_4$  kammiopumpun 109 tulokammion 110 paine on halutulla työvaiheen painetasolla. Samalla hetkellä  $t_4$  ohjausjärjestelmä alkaa hidastaa vakiotilavuuspumpun 123 kierroksia. Hetkellä  $t_5$  vakiotilavuuspumppu 103 pyörii asetetulla nopeudella tuottaen vakiotilavuusvirtaaman työnestepiirissä pumpulta 103 kammiopumpun 109 tulokammioon 110. Hetkellä  $t_6$  vakiotilavuuspumppu 123 pysähtyy, jonka seurauksena hetkellä  $t_7$  kammiopumpun 129 lähtökammion 132 paine laskee ja painovoimainen vastaventtiili 135 sulkeutuu ja pumppaustyö siirtyy kammiopumpun 109 suoritettavaksi, koska vastaventtiili 115 on auennut. Aikavälillä  $t_5$ - $t_{11}$  kammiopumppu 109 jatkaa työvaihettaan. Samanaikaisesti kammiopumppu 129 on täyttövaiheessa, jossa kammiopumpun 129 lähtökammio 132 täytetään pumpattavalla aineella. Hetkien  $t_8$ - $t_9$  välillä suoritetaan esipaineistus kammiopumpun 129 tulokammion 130 samalla tavalla kuin se tehtiin kammiopumpulle 109 hetkinä  $t_1$ - $t_2$ . Hetkellä  $t_9$  esipaineistus on tehty ja vakiotilavuuspumppu 123 pysäytetään. Hetkellä  $t_{10}$  vakiotilavuuspumppu 123 käynnistetään, jotta pumppaustyö saadaan siirrettyä takaisin kammiopumpulle 129. Toiminta toistuu tästä eteenpäin pumppujärjestelyn B kohdalla kuten on kuvattu pumppujärjestelyn A kohdalla tapahtuvan hetkinä  $t_3$ - $t_{11}$ .

Kuvan 2 esittämä suoritusmuoto noudattaa samaa aikakaaviota kuin kuvan 1 suoritusmuoto kuitenkin seuraavin poikkeuksin. Kuviossa 3 esitetyt pumpun kierrokset esittävät tämän suoritusmuodon kohdalla kahden mäntäpumpun käyttävän karamoottorin 200, 220 työvaiheen kierroksia. Lisäksi mäntäpumpun 205, 225 sylinteri, virtauslinja ja venttiili 206, 226 on järjestetty siten, että mäntäpumpun työsylinteristä venttiiliin johtava linja on jatkuvasti nouseva. Näin työnesteeseen sekaantunut kaasu kerääntyy venttiiliin 206, 226, josta kaasu voidaan poistaa sekä täyttövaiheen alussa että esipaineistusvaiheen  $t_1$ - $t_2$  alussa säiliöön 207, 227. Kun kaasu on saatu poistettua säiliöön 207, 227, säiliöön johtava kanava suljetaan. Muutoin pumppausjärjestelyn täyttövaihe, tulokammion esipaineistus ja työvaihe seuraavat toisiaan kuvan 1 mukaisen pumppausjärjestelyn selityksen mukaisesti.

Pumppausjärjestelyyn liittyvä ohjausjärjestelmä 140, 240 hoitaa pumppujen moottoreiden sekä venttiilien ohjauksen lisäksi myös paineenmittauksista saatavan tiedon tallennuksen ja käsittelyn. Ohjausjärjestelmä tekee hälytyksen mikäli pumppausjärjestelyn painekäyttäytyminen joltain osin muuttuu käytön aikana. Tällä tavalla voidaan ennakoida ja estää rikkoutumassa olevan pumppausjärjestelyn toiminta. Näin voidaan estää myös huonolaatuisten tuotteiden valmistus ja vähentää valmistusprosessissa syntyviä ylimääräisiä kustannuksia.

Edellä on selostettu keksinnön eräitä edullisia suoritusmuotoja. Alan ammattilaiselle on selvää, että myös muunlaisia ratkaisuja voidaan toteuttaa keksinnöllisen ajatuksen ja patenttivaatimusten puitteissa. Esimerkiksi pumppausjärjestelyä voidaan käyttää monta erillistä osakomponenttia vaativan valukappaleen valukoneena.



### Patenttivaatimukset

1. Menetelmä teollisuudessa käyttävän aineen kuten esimerkiksi grafiitin tai tietyn ainekoostumuksen osakomponentin pumppaamiseksi, jossa menetelmässä  
5 pumppujärjestelyn tuoton tasaamiseksi pumpattava aine esipaineistetaan ennen varsinaista aineelle tehtävää pumppaustapahtumaa, **tunnettu** siitä, että esipaineistettava pumppujärjestelynä käytetään kammiopumppujärjestelyä (A, B/C, D), jossa olevien kammiopumppujen (109, 129, 209, 229) täyttövaiheen ja työvaiheen välissä kammiopumpun tulokammio (110, 130, 210, 230) esipaineistetaan työnesteen avulla  
10 ennalta määrättyyn paineeseen.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että esipaineistuksessa aikaansaatu paine kammiopumpun (109, 129, 209, 229) tulokammiossa (110, 130, 210, 230) pidetään yllä aina työvaiheen alkuun saakka.
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että lähtökammioon (112, 132, 212, 232) aikaansaatu esipaineistus on 40-95 % käyttöpaineesta.  
15
4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että esipaineistuksen kesto on 1-10000 ms.
5. Pumppausjärjestely teollisuudessa käytettävän aineen kuten esimerkiksi grafiitin tai tietyn ainekoostumuksen osakomponentin pumppaamiseksi käyttökohteeseen,  
20 jossa pumppausjärjestelyssä pumpattava aine on esipaineistettu, **tunnettu** siitä, että pumppausjärjestely käsittää kaksi yhteen liitettyä kammiopumppujärjestelyä (A, B/C, D) sekä niiden ohjausjärjestelmän (140, 240).
6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen pumppausjärjestely, **tunnettu** siitä, että kammiopumppujärjestelyt on varustettu välineillä kammiopumpun (109, 129, 209, 229) tulokammion (110, 130, 210, 230) esipaineistamiseksi täyttövaiheen ja työvaiheen välissä.  
25
7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen kammiopumppujärjestely aineen pumppaamiseksi käyttökohteeseen, **tunnettu** siitä, että kammiopumppujärjestely (A, B/C, D) käsittää  
30 - työnestepiirin, joka työnestepiiri käsittää työnestepumpun käyttöjärjestelyt (101, 121, 200, 201, 202, 220, 221, 222) ja työnesteen syöttölinjalla yhteen liitetyt työnestepumpun (103, 123, 205, 225), työnestesäiliön (102, 122, 207, 227), työnesteen ohjausventtiilin (106, 126, 206, 226), työnesteen paineen mittausvälineen (108, 128,

208, 228), kammiopumpun (109, 129, 209, 229) tulokammion (110, 130, 210, 230 ) ja kammiopumpun kalvon (111, 131, 211, 231), sekä  
- pumppauspiirin, joka pumppauspiiri käsittää pumpuille yhteisen pumpattavan aineen varastosäiliön (137, 237), varastosäiliöstä kammiopumpun lähtökammioon  
5 johtavan syöttölinjan, jolla syöttölinjalla ovat toisiinsa yhdistettyinä sulkuventtiili (138, 238), syöttöpumppu (139), venttiilit (116, 136, 138, 216, 236) ja kammiopumpun lähtökammio (112, 132, 212, 232), sekä kammiopumpun kalvon paikantunnistuvälineet (113, 114, 118, 133, 134, 141, 213, 214, 218, 233, 234, 239), kammiopumpun lähtökammion käyttökohteeseen johtavan syöttölinjan (117, 217) ja  
10 siinä olevat venttiilit (115, 135, 215, 235).

8. Patenttivaatimuksen 5 mukainen pumppausjärjestely, **tunnettu** siitä, että pumppausjärjestely muodostuu ainakin kahden kammiopumpun (109, 129 tai 209, 229) yhteiskäytöstä, jolloin mainittujen kammiopumppujen lähtökammiot (112, 132 tai 209, 229) on yhdistetty samaan linjaan (117 tai 217), ja joka pumppausjärjestely  
15 käsittää myös välineet kammiopumppujen ohjaamiseksi vuorotaisesti yhtenäisen tuoton aikaansaamiseksi.

9. Patenttivaatimuksen 5 mukainen pumppausjärjestely, **tunnettu** siitä, että ohjausjärjestelmä (140, 240) käsittää välineet työnesteen paineen mittausvälineiltä (108, 128, 208, 228) saatavan tiedon käsittelemiseksi ja mainittujen tietojen pohjalta  
20 tehtävän hälytyksen tekemiseksi.

10. Patenttivaatimuksen 5 mukainen pumppausjärjestely, **tunnettu** siitä, että jokaisella pumppujärjestelyyn kuuluvalla kammiopumpulla ( A, B, C, D) on oma syöttöpumppunsa (103, 123, 205, 225).

11. Patenttivaatimuksen 6 mukainen pumppujärjestely, **tunnettu** siitä, että kammiopumpun (109, 129, 209, 229) kalvon (111, 131, 211, 231) liikkeen tunnistimien (113, 114, 133, 134, 213, 214, 233, 234) ja paineen mittauslaitteen (108, 128, 208, 228) välittämiä tietoja käytetään ohjausjärjestelmässä (140, 240) kammiopumpun tulokammion (110, 130, 210, 230) esipaineistuksen ohjaamiseksi.  
25

12. Patenttivaatimuksen 6 mukainen pumppujärjestely, **tunnettu** siitä, että työnestepumppu (103, 123) on vakiotilavuuspumppu, jota on sovitettu käyttämään sähkömoottori (101, 121) ja jota sähkömoottoria on sovitettu ohjaamaan taajuusmuuttaja, joka kuluu ohjausjärjestelmään (140), jolloin työnestepumpun (103, 123) tuotto on sovitettu säädettäväksi ohjausjärjestelmän avulla.  
30

13. Patenttivaatimuksen 6 mukainen pumppujärjestely, **tunnettu** siitä, että työnes-  
tepumppu (205, 225) on mäntäpumppu, jota on sovitettu käyttämään karamoottori  
(202, 222), jota karamoottoria on sovitettu käyttämään askelmoottori (200, 220) ja  
5 jota askelmoottoria on takogeneraattorin (201, 221) avulla sovitettu ohjaamaan oh-  
jausjärjestelmä (240), jolloin työnestepumpun (205, 225) tuotto on sovitettu säadet-  
täväksi ohjausjärjestelmän avulla.

14. Patenttivaatimuksen 6 mukainen pumppausjärjestely, **tunnettu** siitä, että työn-  
esteen ja pumpattavan aineen syöttölinjoissa olevat venttiilit (115, 116, 135, 136,  
138, 215, 216, 235, 236, 238) ovat kuulatyyppisiä vastaventtiilejä.

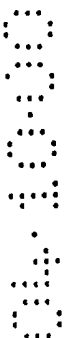
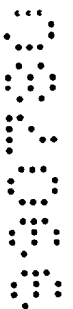
10

### Patentkrav

1. Förfarande för att pumpa ett ämne som används inom industrin, exempelvis  
grafit eller en delkomponent av en viss ämnessammansättning, varvid ämnet som  
skall pumpas förhandstrycksätts för att utjämna utbytet före den egentliga pump-  
15 ningen av ämnet, **kännetecknat** av att man som pumparrangemang som skall tryck-  
sättas använder ett kammarpumparrangemang (A, B/C, D) i vilket man mellan  
kammarpumparnas (109, 129, 209, 229) påfyllnadssteg och arbetssteg förhands-  
trycksätter kammarpumpens ingångskammare (110, 130, 210, 230) med en arbets-  
vätska till ett förutbestämt tryck.
- 20 2. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att det tryck som alstrats vid  
förhandstrycksättningen i kammarpumpens (109, 129, 209, 229) ingångskammare  
(110, 130, 210, 230) upprätthålls ända tills arbetssteget börjar.
3. Förfarande enligt patentkrav 2, **kännetecknat** av att det i utgångskammaren  
(112, 132, 212, 232) alstrade förhandstrycksättningen utgör 40-95 % av drifttrycket.
- 25 4. Förfarande enligt patentkrav 3, **kännetecknat** av att förhandstrycksättningen  
räcker i 1-10000 ms.
5. Pumpningsarrangemang för att pumpa en delkomponent av grafit eller en gi-  
ven ämnessammansättning till ett användningsobjekt, varvid ämnet som skall pum-  
pas är trycksatt på förhand, **kännetecknat** av att pumpningsarrangemanget innefat-  
30 tar två sammanfogade kammarpumparrangemang (A, B/C, D) samt ett styrsystem  
(140, 240) för dessa.

6. Pumpningsarrangemang enligt patentkrav 5, **kännetecknat** av att kammarpumparrangemangen försetts med organ för att på förhand trycksätta kammarpumpens (109, 129, 209, 229) ingångskammare (110, 130, 210, 230) mellan påfyllningssteget och driftsteget.
- 5 7. Kammarpumparrangemang enligt patentkrav 6 för att pumpa ett ämne till ett användningsobjekt, **kännetecknat** av att kammarpumparrangemanget (A, B/C, D) innefattar
- en arbetsvätskekets innefattande drivarrangemang (101, 121, 200, 201, 220, 221, 222) för arbetsvätskepumpen och sammanfogade på arbetsvätskans matarlinje en  
10 arbetsvätskepump (103, 123, 205, 225), en arbetsvätskebehållare (102, 122, 207, 227), en styrventil (106, 126, 206, 226) för arbetsvätskan, ett mätorgan (108, 128, 208, 228) för arbetsvätskans tryck, en ingångskammare (110, 130, 210, 230) till kammarpumpen (109, 129, 209, 229) och kammarpumpens membran (111, 131, 211, 231), samt
- 15 - en pumpningskrets innefattande en för pumparna gemensam reservbehållare (137, 237) för ämnet som skall pumpas, en matarlinje som leder från reservbehållaren till kammarpumpens utgångskammare, varvid matarlinjen har sammanfogade en spärrventil (138, 238), en matarpump (139), ventiler (116, 136, 138, 216, 236) och kammarpumpens utgångskammare (112, 132, 212, 232) samt organ (113, 114, 118, 133,  
20 134, 141, 213, 214, 218, 233, 234, 239) för att lokalisera kammarpumpens membran, en matarlinje (117, 217) från kammarpumpens utgångskammare till användningsobjektet samt ventiler (115, 135, 215, 235) i denna.
8. Pumpningsarrangemang enligt patentkrav 5, **kännetecknat** av att pumpningsarrangemanget består av gemensam användning av åtminstone två kammarpumpar  
25 (109, 129 eller 209, 229), varvid nämnda kammarpumpars utgångskammare (112, 132 eller 209, 229) sammanfogats på samma linje (117 eller 217), och varvid pumpningsarrangemanget innefattar även organ för att styra kammarpumparna alternativerande för att åstadkomma gemensamt utbyte.
9. Pumpningsarrangemang enligt patentkrav 5, **kännetecknat** av att styrsystemet  
30 (140, 240) innefattar organ för att behandla data från organen (108, 128, 208, 228) för att mäta arbetsvätskans tryck och för att ge alarm utgående från nämnda data.
10. Pumpningsarrangemang enligt patentkrav 5, **kännetecknat** av att varje i pumpningsarrangemanget ingående kammarpump (A, B, C, D) har sin egen matarpump (103, 123, 205, 225).

11. Pumpningsarrangemang enligt patentkrav 6, **kännetecknat** av att data som förmedlas av detektorerna (113, 114, 133, 134, 213, 214, 233, 234) för rörelse hos kammarpumpens (109, 129, 209, 229) membran (111, 131, 211, 231) och av tryckmätapparaten (108, 128, 208, 228) används i styrsystemet (140, 240) för att styra  
5 förhandstrycksättningen i kammarpumpens ingångskammare (110, 130, 210, 230).
12. Pumpningsarrangemang enligt patentkrav 6, **kännetecknat** av att arbetsvätskepumpen (103, 123) är en pump med konstant volym, som inrättats att drivas av en elmotor (101, 121), varvid elmotorn inrättats att styras av en frekvenstransformator, som ingår i styrsystemet (140), varvid utbytet av arbetsvätska (103, 123) inrättats att  
10 regleras med hjälp av styrsystemet.
13. Pumpningsarrangemang enligt patentkrav 6, **kännetecknat** av att arbetsvätskepumpen (205, 225) är en kolvpump, som inrättats att drivas av en spindelmotor (202, 222), som i sin tur inrättats att drivas av en stegmotor (200, 220), varvid stegmotorn inrättats att styras med hjälp av en takogenerator av ett styrsystem (240),  
15 varvid utbytet av arbetsvätskepumpen (205, 225) inrättats att regleras med styrsystemet.
14. Pumpningsarrangemang enligt patentkrav 6, **kännetecknat** av att ventilerna (115, 116, 135, 136, 138, 215, 216, 235, 236, 238) på arbetsvätskans och det pumpade ämnets matarlinjer är kontrastventiler av kultyp.



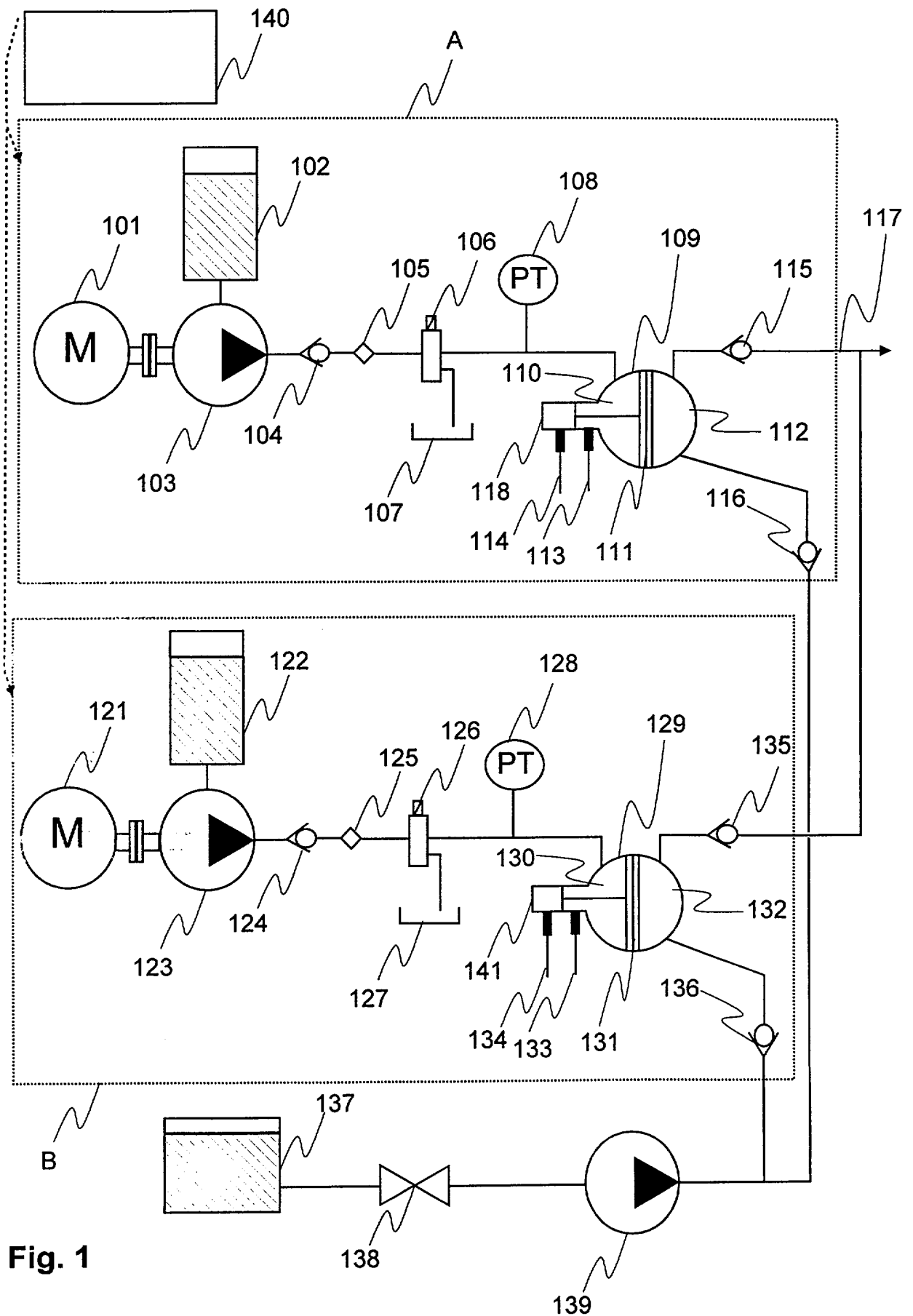


Fig. 1

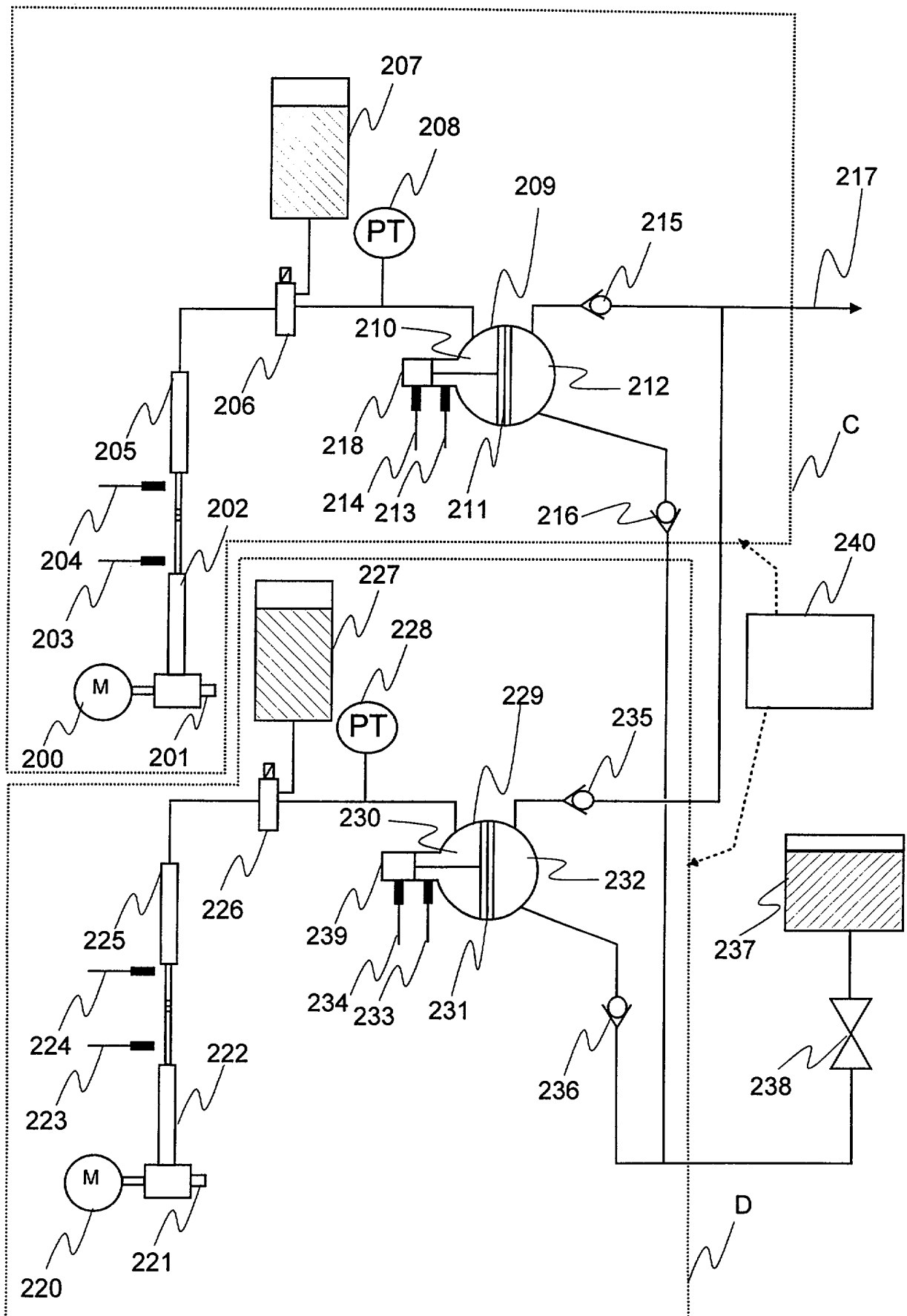


Fig. 2

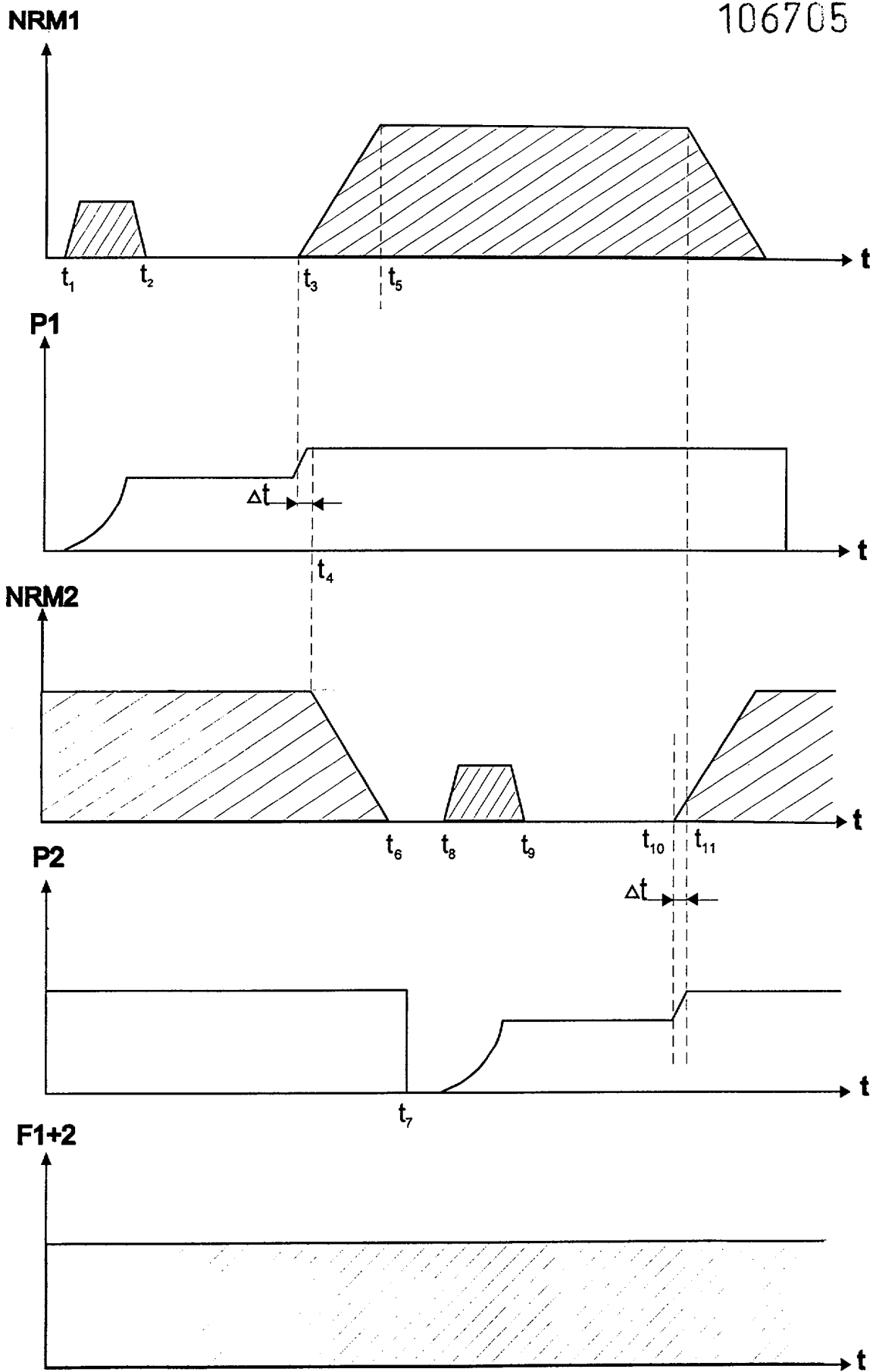


Fig. 3