



LUND UNIVERSITY

Sätt och apparat för provtagning av reaktiva föreningar i en aerosol

Spanne, Mårten; Bohgard, Mats; Akselsson, Roland

2002

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Spanne, M., Bohgard, M., & Akselsson, R. (2002). Sätt och apparat för provtagning av reaktiva föreningar i en aerosol. (Patentnr. 518189).

Total number of authors:

3

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00


**PATENT- OCH
REGISTRERINGSVERKET**

(45) Patent meddelat 2002-09-10
 (41) Ansökan allmänt tillgänglig 2001-12-06
 (22) Patentansökan inkom 2000-06-05
 (24) Löpdag 2000-06-05
 (62) Stamansökans nummer
 (86) Internationell ingivningsdag
 (86) Ingivningsdag för ansökan om europeisk patent
 (83) Deposition av mikroorganism

(21) Patentansöknings-
nummer 0002130-3

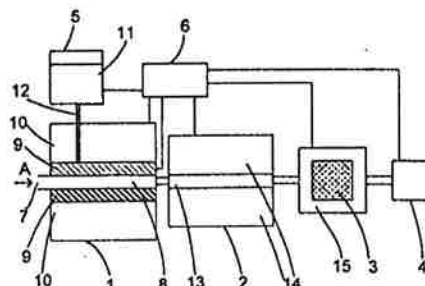
Ansökan inkommen som:

- svensk patentansökan
fullföljd internationell patentansökan
med nummer
- omvandlad europeisk patentansökan
med nummer

(30) Prioritetsuppgifter

- (73) PATENTHAVARE Mårten Spanne, Valkärravägen 15 B 226 51 Lund SE
 Mats Bohgard, Sakförarevägen 63 226 57 Lund SE
 Roland Akselsson, Steglitsvägen 7 A 227 32 Lund SE
- (72) UPPFINNARE Mårten Spanne, Lund SE, Mats Bohgard, Lund SE, Roland
 Akselsson, Lund SE
- (74) OMBUD Ström & Gulliksson Intellectual Property Consulting AB
- (54) BENÄMNING Sätt och apparat för provtagning av reaktiva föreningar i
 en aerosol
- (56) ANFÖRDA PUBLIKATIONER: - - -
- (57) SAMMANDRAG:

Submikrona partiklar som innehåller reaktiva föreningar i en provaerosol uppsamlas för kemisk bestämning av partiklarna, utan oönskade förändringar i den kemiska sammansättningen hos partiklarna. En känd reagensvätska (11) levereras till ett poröst material (9) i fluidum-kommunikation med provaerosolen, och reagensvätskan (11) bringas att förångas till en ånga med tillhandahållna uppvärmningsorgan (10). Reagensången blandas med provaerosolen till en resulterande aerosolblandning, vilken överförs till en kondensationsenhet (2) där reagensången kondenserar på partiklarna hos aerosolen varigenom en kemisk reaktion orsakas mellan reagensen och de reaktiva föreningarna hos partiklarna. Ett stabilt derivativ erhålles, vilket uppsamlas med en partikeluppsamlingsanordning (3) för efterföljande analys.



PRV Patent använder följande dokumentkoder för sina patentskrifter

| kod | klartext | kod | klartext |
|-----|--|-----|--|
| A | allmänt tillgänglig patentansökan | L | allmänt tillgänglig |
| B | utläggningsskrift * | T1 | översättning av kraven i europeisk patentansökan |
| B5 | rättad utläggningsskrift * | T2 | rättelse av översättning av kraven i europeisk patentansökan |
| C | patentskrift * | T3 | översättning av europeisk patentskrift |
| C1 | patentskrift * | T4 | översättning av europeisk patentskrift i ändrad avfattning |
| C2 | patentskrift | T5 | rättad översättning av europeisk patentskrift |
| C3 | rättad patentskrift | T8 | rättad översättning av europeisk patentskrift |
| C5 | rättad patentskrift * | T9 | korrigerad översättning av europeisk patentskrift |
| C8 | korrigerad förstasida till patentskrift | | |
| E | patentskrift i ändrad lydelse | | |
| E8 | korrigerad förstasida till patentskrift i ändrad lydelse | | |
| E9 | rättad patentskrift i ändrad lydelse | | |

* publicerad under äldre lagstiftning

Nationskoder

| | | | |
|--|----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| AP African Regional Industrial Property Organization (ARIPO) | CN Kina | KI Kiribati | RU Ryska Federationen |
| EA Euroasian Patent Office (EAPO) | CO Colombia | KM Comorerna | RW Ruanda |
| EP Europeiska Patentverket (EPO) | CR Costa Rica | KN St Kitts | SA Saudi-Arabien |
| OA African Intellectual Property Organization (OAPI) | CU Kuba | KP Dem. Folkrepubliken Korea | SB Salomonöarna |
| WO World Intellectual Property Organization (WIPO) | CV Kap Verde | KR Republiken Korea | SC Seychellerna |
| IB WIPO (i vissa fall) | CY Cypern | KW Kuwait | SD Sudan |
| AD Andorra | CZ Tjeckiska republiken | KY Cayman-öarna | SE Sverige |
| AE Förenade Arabemiraten | DE Tyskland | KZ Kazachstan | SG Singapore |
| AF Afghanistan | DJ Djibouti | LA Laos | SH St Helena |
| AG Antigua | DK Danmark | LB Libanon | SI Slovenien |
| AI Anguilla | DM Dominica | LC Saint Lucia | SK Slovakien |
| AL Albanien | DO Dominikanska republiken | LI Liechtenstein | SL Sierra Leone |
| AM Armenien | DZ Algeriet | LK Sri Lanka | SM San Marino |
| AN Nederländska Antillerna | EC Ecuador | LR Liberia | SN Senegal |
| AO Angola | EE Estland | LS Lesotho | SO Somalia |
| AR Argentina | EG Egypten | LT Litauen | SR Surinam |
| AT Österrike | ES Spanien | LU Luxemborg | ST São Thomé |
| AU Australien | ET Etiopien | LV Lettland | SV El Salvador |
| AZ Azerbajdzjan | FI Finland | LY Libyen | SY Syrien |
| BA Bosnien och Hercegovina | FJ Fiji-öarna | MA Marocko | SZ Swaziland |
| BB Barbados | FK Falklandsöarna | MC Monaco | TD Tchad |
| BD Bangladesh | FR Frankrike | MD Moldavien | TG Togo |
| BE Belgien | GA Gabon | MG Madagaskar | TH Thailand |
| BF Burkina Faso | GB Storbritannien | MK Makedonien | TJ Tadzjikistan |
| BG Bulgarien | GD Grenada | ML Mali | TM Turkmenistan |
| BH Bahrain | GE Georgien | MM Myanmar | TN Tunisien |
| BI Burundi | GH Ghana | MN Mongoliet | TO Tonga |
| BJ Benin | GI Gibraltor | MR Mauretanien | TR Turkiet |
| BM Bermuda | GM Gambia | MS Monsterrat | TT Trinidad och Tobago |
| BO Bolivia | GN Guinea | MT Malta | TV Tuvalu |
| BR Brasilien | GQ Ekvatorial Guinea | MU Mauritius | TW Taiwan |
| BS Bahamaöarna | GR Grekland | MV Maldiverna | TZ Tanzania |
| BT Bhutan | GT Guatemala | MW Malawi | UA Ukraina |
| BW Botswana | GW Guinea-Bissau | MX Mexiko | UG Uganda |
| BY Vitryssland | GY Guyana | MY Malaysia | US Förenta Staterna (USA) |
| BZ Belize | HK Hongkong | MZ Mocambique | UY Uruguay |
| CA Kanada | HN Honduras | NA Namibia | UZ Uzbekistan |
| CF Centralafrikanska Republiken | HR Kroatien | NG Nigeria | VA Vatikanstaten |
| CG Kongo | HT Haiti | NI Nicaragua | VC St Vincent |
| CH Schweiz | HU Ungern | NL Nederländerna | VE Venezuela |
| CI Elfenbenskusten | ID Indonesien | NO Norge | VG Jungfruöarna |
| CL Chile | IE Irland | NP Nepal | VN Viet Nam |
| CM Kamerun | IL Israel | NR Nauru | VU Vanuatu |
| | IN Indien | NZ Nya Zeeland | WS Samoa |
| | IQ Irak | OM Oman | YD Syd-Jemen |
| | IR Iran | PA Panama | YE Jemen |
| | IS Island | PE Peru | YU Jugoslavien |
| | IT Italien | PG Papua Nya Guinea | ZA Sydafrika |
| | JM Jamaica | PH Filippinerna | ZM Zambia |
| | JO Jordanien | PK Pakistan | ZR Zaire |
| | JP Japan | PL Polen | ZW Zimbabwe |
| | KE Kenya | PT Portugal | |
| | KG Kirgistan | PY Paraguay | |
| | KH Kambodja | RO Rumänien | |

5

Tekniskt område

Den föreliggande uppfinningen avser ett sätt för uppsamling av submikrona partiklar, som finns i ett aerosolprov, för kemisk bestämning av de reaktiva föreningarna hos partiklarna.

Uppfinningen avser även en apparat för utförande av ett sådant sätt.

15

Uppfinningens bakgrund

Betydelsen av att kontrollera luftkvaliteten för varierande vetenskapliga och industriella tillämpningar har varit i fokus under en lång tid. Uppmärksamheten avseende inomhusmiljön har ökat, särskilt avseende reaktiva luftförorenande ämnen och submikrona aerosoler, vilka är en källa till allvarliga hälsoproblem till och med vid låga masskoncentrationer. Flyktiga organiska föreningar i kombination med ozon i kontorsmiljöer, eller bildningen av isocyanater när polyuretaner uppvärms i industrimiljöer, kan nämnas såsom exempel. Det är emellertid mycket svårt att finna ett klart förhållande mellan exponering och hälsoeffekter på grund av otillförlitliga mätmetoder.

De reaktiva föreningarna i provet måste överföras till ett stabilt och välkänt tillstånd före analys för att erhålla korrekta resultat. Denna process, vilken kallas derivatisering, uppnås genom tillsättning av en lämplig reagens till den reaktiva föreningen, och görs normalt efter uppsamling av partiklarna, som innehåller de reaktiva föreningarna.

35

De mest vanligt använda metoderna för uppsamling av partiklar, vilka innehåller reaktiva föreningar, i aerosoler är impingerprovtagning med en reagensvätska eller

provtagning med reagensimpregnerat filter. Båda metoderna har allvarliga nackdelar. Det är exempelvis inte möjligt att uppsamla submikrona partiklar med impinger. Derivatiseringsprocessen är ofta mycket långsam när filter används på grund av låga diffusionshastigheter hos reagens i partiklar som uppsamlats på filtret.

En vanlig metod för att detektera luftburna partiklar i allmänhet genomförs med hjälp av en optisk räknare. Luftprov strömmar in i anordningen och genomkorsar en kontrollerad ljusstråle, där det spridda ljuset beror på storleken, formen och refraktionsindex hos provpartiklarna. Det spridda ljuset uppsamlas på en fotoelektrisk anordning och omvandlas till en elektrisk signal, som är kalibrerad för att ge storleksfördelningen och antalskoncentrationen av partiklarna.

En annan användbar metod för identifiering och kvantifiering av partiklar, som är mindre än $0,3 \mu\text{m}$, använder en kondensationskärnräknare. I denna metod kondenserar en vätska på partikeln, vilken sålunda förstör den och därigenom underlättas dennes identifikation.

US-A-4 790 650 beskriver ett sätt och en apparat för att räkna submikrona partiklar i gaser med användning av kondensationsmetoden för att förstora partiklarna genom kondensering av en övermättad ånga för att bilda små vätskedroppar. De små dropparna detekteras med en ljus-spridningsteknik liknande den som används i en konventionell, optisk partikelräknare.

Sammanfattning av uppfinningen

Ändamålet med den föreliggande uppfinningen är att eliminera ovanstående nackdelar och att åstadkomma ett sätt och en apparat för uppsamling av submikrona partiklar i en aerosol, vilken därefter kommer att analyseras kemiskt, dvs kemiskt identifieras och kvantifieras, med välkända metoder.

Ett mer specifikt ändamål med den föreliggande uppfinningen är att åstadkomma ett sätt och en apparat för kemisk bestämning av reaktiva föreningar i en aerosol utan att störa den kemiska sammansättningen före uppsamling.

5 För att uppnå nämnda ändamål åstadkommer uppfinningen ett sätt för uppsamling av submikrona partiklar innehållande reaktiva föreningar genom användning av en känd reagens, vilken bringas att förångas, reagensången tillsätts sedan provaerosolen och blandas följaktligen med partiklarna som
10 skall analyseras. Blandningen kyles därefter ner så att reagensången kondenserar på partiklarna, vilket därigenom orsakar en kemisk reaktion mellan reagensen och de reaktiva föreningarna hos partiklarna, varigenom ett stabilt derivat erhålls och uppsamlas för att analyseras med allmänt använda
15 metoder.

Andra ändamål, särdrag och fördelar med den föreliggande uppfinningen kommer att framgå av den följande detaljerade beskrivningen, av de bifogade ritningarna liksom av de beroende patentkraven.

20

Kort beskrivning av ritningarna

Uppfinningen kommer att beskrivas i närmare detalj nedan med hänvisning till de bifogade ritningarna, på vilka

Fig 1 är en schematisk sidovy, som illustrerar en
25 apparat enligt en föredragen utföringsform för utförande av ett sätt för uppsamling av submikrona partiklar i en aerosol enligt uppfinningen, och

Fig 2 är en schematisk sidovy, som illustrerar en apparat enligt en alternativ utföringsform för utförande av
30 sättet.

Detaljerad beskrivning av uppfinningen

En apparat för utförande av ett sätt för uppsamling av submikrona partiklar som innehåller reaktiva föreningar,
35 enligt uppfinningen, visas schematiskt i Fig 1. Apparaten

innefattar en förångningsenhet 1, en kondensationsenhet 2, en partikeluppsamlingsanordning 3, en pump 4, en reagensbehållare 5 och en styrenhet 6.

Förångningsenheten 1 har ett inlopp 7 för en prov-
5 aerosol som leder in i en första flödespassage 8, vilken är i fluidumkommunikation med ett poröst material 9, och uppvärmningsblock 10 med konventionella uppvärmningsorgan (inte visade), såsom exempelvis resistiva uppvärmningsorgan. Reagensbehållaren 5 innehåller en reagensvätska 11,
10 som skall levereras till det porösa materialet 9 genom ett rör 12. En sensor (inte visad) och temperaturkontrollorgan (inte visade) finns i det porösa materialet 9.

Det porösa materialet 9 är gjort av ett elektriskt ledande material och är inert, så det kommer inte att bli
15 någon fysikalisk eller kemisk påverkan på varken reagensen eller provet från materialet. Det porösa materialet 9 kan företrädesvis vara gjort av rostfritt stål. Det är mycket viktigt att materialet är högabsorberande och har en stor ytareal så att effektiv förångning kan uppnås.

Förångningsenheten 1 är termiskt isolerad från den
20 omgivande atmosfären, exempelvis med polystyrenskum, polyetylenkum eller liknande, och har ett omgivande skal, vilket företrädesvis är gjort av metall.

Kondensationsenheten 2 har en andra flödespassage 13
25 i anslutning med den första flödespassagen 8, och kylorgan (inte visade) är anordnade inom kylblocken 14. Kylning uppnås företrädesvis genom utnyttjande av Peltier-effekt, vilket är välkänt för fackmännen inom området, varvid standardkomponenter används.

Partikeluppsamlingsanordningen 3, vilken är ansluten
30 till den andra flödespassagen 13, kan vara av vilken som helst vanligen använd typ för uppsamling av submikrona partiklar, såsom ett filter, en impinger, en impaktor, en cyklon, en elektrostatisk precipitator eller liknande, och
35 vilken är lämplig för den följande analysen. Ytterligare

uppvärmningsorgan 15 finns i kontakt med partikeluppsamlingsanordningen 3.

En pump 4 ger ett konstant flöde genom apparaten och är antingen integrerad med apparaten eller är externt tillhandahållen och ansluten till apparaten.

Styrenheten 6 är ansluten till vätskebehållaren 5, uppvärmningsorganen 10, det porösa materialet 9, kylorganen 14, de ytterligare uppvärmningsorganen 15 och pumpen 4.

En alternativ utföringsform illustreras i Fig 2.

Apparaten enligt Fig 2 överensstämmer med den i Fig 1 förutom avseende ytterligare en pump 16, ett inloppsfilter 17 och en blandningskammare 18.

Sättet enligt uppfinningen för uppsamling av submikrona partiklar innehållande reaktiva föreningar i en aerosol kommer nu att beskrivas i närmare detalj steg för steg. Innan proceduren börjar förutsättes att användaren har förberett apparaten för ett optimalt genomförande. Reagensbehållaren 5 fylls med reagensvätskan 11, varvid nivån styrs med styrenheten 6 under genomförandet. Det porösa materialet 9 impregneras med reagensvätskan 11 och nivån styrs med sensorn (inte visad), som är ansluten till styrenheten 6. Temperaturer för att åstadkomma förångning respektive kondensation av reagensen i fråga väljs sedan för uppvärmningsorganen 10 och kylorganen 14 på styrenheten 6. Elektroniska reglerkretsar, exempelvis PID-reglering, styr dessa temperaturer under den kontinuerliga processen. Flödes hastigheten genom apparaten ställs in. Den skall vara omkring 1-5 liter/minut, exempelvis omkring 1,5 liter/minut, och regleras med pumpen 4 och styrs med styrenheten 6. Det är viktigt att få en optimal flödes hastighet för undvikande av antingen sedimentering av stora partiklar eller diffusionsförluster för små partiklar om flödes hastigheten är alltför låg eller otillfredsställande partikelväxt och turbulens om flödes hastigheten är alltför hög.

Det är allmänt känt att partikeltillväxten beror på övermättnadskvoten, vilken beror på temperaturerna för förångning respektive kondensation, flödeshastigheten och koncentrationen av partiklarna i provaerosolen.

5 Proceduren initialiseras för den beskrivna utförings-
formen så snart cirkulationspumpen startar. Provaerosolen,
vilken indikeras med pilen A, kommer in i apparaten genom
inloppet 7, som leder till den första flödespassagen 8 hos
förångningsenheten 1. Reagensvätskan 11 matas till det
10 porösa materialet 9 och förångas till en reagensånga. När
provaerosolen passerar genom flödespassagen 8 blandas den
med reagensånga, och den resulterande aerosolblandningen
passerar vidare till den andra flödespassagen 13 i konden-
sationsenheten 2 och kyles samtidigt ner när den kommer in
15 i denna. Reagensångan hos blandningen övermättas följakt-
ligen och kondenserar till en reagensvätska på alla när-
liggande ytor innefattande partiklarna hos provaerosolen,
sålunda växer partiklarna i storlek. Så snart reagensångan
börjar att kondensera på partiklarna börjar en derivati-
20 seringsreaktion och de reaktiva partiklarna hos aerosolen
överförs till ett stabilt derivat. Kondensationen fort-
sätter idealt tills partiklarna har en diameter på omkring
5-10 μm . Derivatpartiklarna uppsamlas sedan med partikel-
uppsamlingsanordningen 3, vilken är lämpligt vald för den
25 efterföljande analysen. Uppsamlingsanordningen 3 är i
kontakt med ytterligare uppvärmningsorgan 15 om så är
lämpligt, så att överskott av reagensvätska 11 förångas.
Ett utlopp (inte visat) finns alternativt eller dessutom
för överskottsvätskan. Processen kommer att avslutas när
30 pumpen 4 stannas. Den efterföljande beredningen av de
uppsamlade derivatpartiklarna kommer att ske enligt
definierad praxis, och analysen av provet kommer att utfö-
ras med hjälp av allmänt använda metoder, såsom exempelvis
gas- eller vätskekromatografi.

I en alternativ utföringsform enligt Fig 2 utförs sättet på ett enligt ovan beskrivet liknande sätt, frånsett att den ytterligare pumpen 16 ger ett konstant, kontrollerat luftflöde genom ett inloppsfilter 17 till den första flödespassagen 8. Luften levereras från en yttre källa, vilket indikeras med pilen B, och blandas med den förångade reagensen i flödespassagen 8, och överförs sedan till en blandningskammare 18 där provaerosolen från den omgivande atmosfären, som indikeras med pilen A, blandas med luft och reagensånga. Den resulterande aerosolblandningen passerar till den andra flödespassagen 13 i kondensationsenheten 2, och proceduren kommer därefter att framskrida såsom beskrivits ovan.

Andra alternativa utföringsformer kan realiseras genom att förse apparaten enligt uppfinningen med olika typer av föruppsamlare, såsom denuder, cykloner, impaktorer eller liknande, företrädesvis arrangerade vid inloppet 7 för provaerosolen. Valet av föruppsamlare beror på den storleksfraktion som skall analyseras. Föruppsamlaren tar hand om exempelvis stora partiklar, vilka är större än 2-5 μm och vilka följaktligen inte kan derivatiseras effektivt med sättet enligt uppfinningen. Om den reaktiva föreningen hos provet som skall bestämmas dessutom delvis existerar i gasfas är det möjligt att avlägsna gasen med hjälp av en föruppsamlare innan provet kommer in i förångningsenheten 1.

Uppfinningen har beskrivits med hänvisning till en enda partikeluppsamlingsanordning, men det kan inses att uppfinningen kan tillämpas med en apparat som åstadkommer multipelprovtagning.

Sättet enligt uppfinningen för uppsamling av submikrona partiklar innehållande reaktiva föreningar erbjuder flera fördelar vid jämförelse med nuvarande metoder. Det faktum att reagensen levereras till provaerosolen innan uppsamling, vilket sålunda ger ett stabilt derivat för

analysen, är väsentligt för att få ett av provtagningsmetoden opåverkat resultat.

En annan fördel är att sättet enligt uppfinningen inte är anpassat för en enda reagens utan är användbart vid uppsamling av olika typer av reaktiva föreningar i partiklar, eftersom reagensen och temperaturerna för förångning respektive kondensation kan ändras.

Ytterligare en annan fördel är att de submikrona partiklarna växer i storlek, vilket medger att olika tekniker kan användas vid uppsamlingen, särskilt metoder som baseras på separation genom partikeltröghet. Partikel-tillväxten gör det även möjligt att uppsamla mycket små partiklar, vilket bidrager till ett mer tillförlitligt resultat.

Ännu en annan fördel är att det är möjligt att separera partiklar av olika storlek eller att separera partiklar från gaser om föruppsamlare av olika slag används.

En annan fördel är dessutom att det är möjligt att anpassa apparaten för multipelprovtagning.

PATENTKRAV

1. Sätt för uppsamling av submikrona partiklar, som innehåller reaktiva föreningar, i en provaerosol för kemisk
5 bestämning av föreningarna hos partiklarna, **kännetecknat** av de på varandra följande stegen att leverera en reagensvätska (11) till ett poröst material (9); att passera en provaerosol genom en första flödespassage (8) som är i fluidumkommunikation med det porösa materialet
10 (9); att leverera värme från uppvärmningsorgan (10), vilka är i kontakt med det porösa materialet (9), för förångning av reagensvätskan (11) inom flödet av provaerosolen; att passera en resulterande aerosolblandning genom en andra flödespassage (13) som är ansluten till kylorgan (14) för
15 att åstadkomma kondensation, så att övermättad reagensånga kondenserar på partiklarna hos aerosolen, vilka verkar såsom en kärna för kondensation, varvid partiklarnas storlek ökar; att åstadkomma en kemisk reaktion mellan reagensen och reaktiva föreningar i provaerosolens
20 partiklar för att uppnå ett stabilt derivat; och att samla upp partiklarna med en partikeluppsamlingsanordning (3), varvid mängden derivat är proportionell mot mängden reaktiva föreningar hos partiklarna i provaerosolen.

2. Sätt enligt krav 1, **kännetecknat** av steget att
25 operativt styra värmeorgan (10) för att uppnå den önskade temperaturen för förångning.

3. Sätt enligt krav 1 eller 2, **kännetecknat** av steget att operativt styra kylorganen (14) för att uppnå den för kondensation önskade temperaturen.

30 4. Sätt enligt krav 1, 2 eller 3, **kännetecknat** av att innefatta steget att styra flödes hastigheten hos provaerosolen.

5. Sätt enligt något av kraven 1-4, **kännetecknat** av steget att styra leveransen av reagensvätska (11) för att
35 uppnå mättnad hos det porösa materialet (9).

6. Apparat för genomförande av metoden enligt krav 1, innefattande en första flödespassage (8), vilken är i fluidumkommunikation med ett poröst material (9), som är i kontakt med uppvärmningsorgan (10); en andra flödespassage
5 (13), vilken är i kontakt med kylorgan (14); och en partikeluppsamlingsanordning (3), **kännetecknad** av organ (5, 12) för leverering av en reagensvätska (11) till det porösa materialet (9).

7. Apparat enligt krav 6, **kännetecknad** av att nämnda
10 organ är en behållare (5) och ett rör (12).

8. Apparat enligt krav 6 eller 7, **kännetecknad** av att apparaten innefattar en pump (4) för åstadkommande av ett aerosolflöde genom apparaten.

9. Apparat enligt krav 6, 7 eller 8, **kännetecknad** av
15 att apparaten innefattar ytterligare uppvärmningsorgan (15) för förångning av reagensöverskott.

10. Apparat enligt något av kraven 6-9, **kännetecknad** av att det porösa materialet (9) är ett elektriskt ledande material och är inert.

20 11. Apparat enligt krav 10, **kännetecknad** av att det porösa materialet (9) är gjort av rostfritt stål.

12. Apparat enligt något av kraven 6-11, **kännetecknad** av att partikeluppsamlingsanordningen (3) är ett filter, en impinger, en cyklon, en impaktor, en centrifug, en elektrostatisk precipitator eller liknande.
25

13. Apparat enligt något av kraven 6-12, **kännetecknad** av att apparaten innefattar en blandningskammare (16) för blandning av aerosol, reagensånga och en ytterligare gas.

14. Apparat enligt krav 13, **kännetecknad** av att apparaten innefattar en ytterligare pump (16) och ett inloppsfilter (17).
30

15. Apparat enligt något av kraven 6-14, **kännetecknad** av att innefatta en föravskiljare.

16. Apparat enligt något av kraven 6-15, kännetecknad av att apparaten innefattar en anordning för multipelprovtagning.

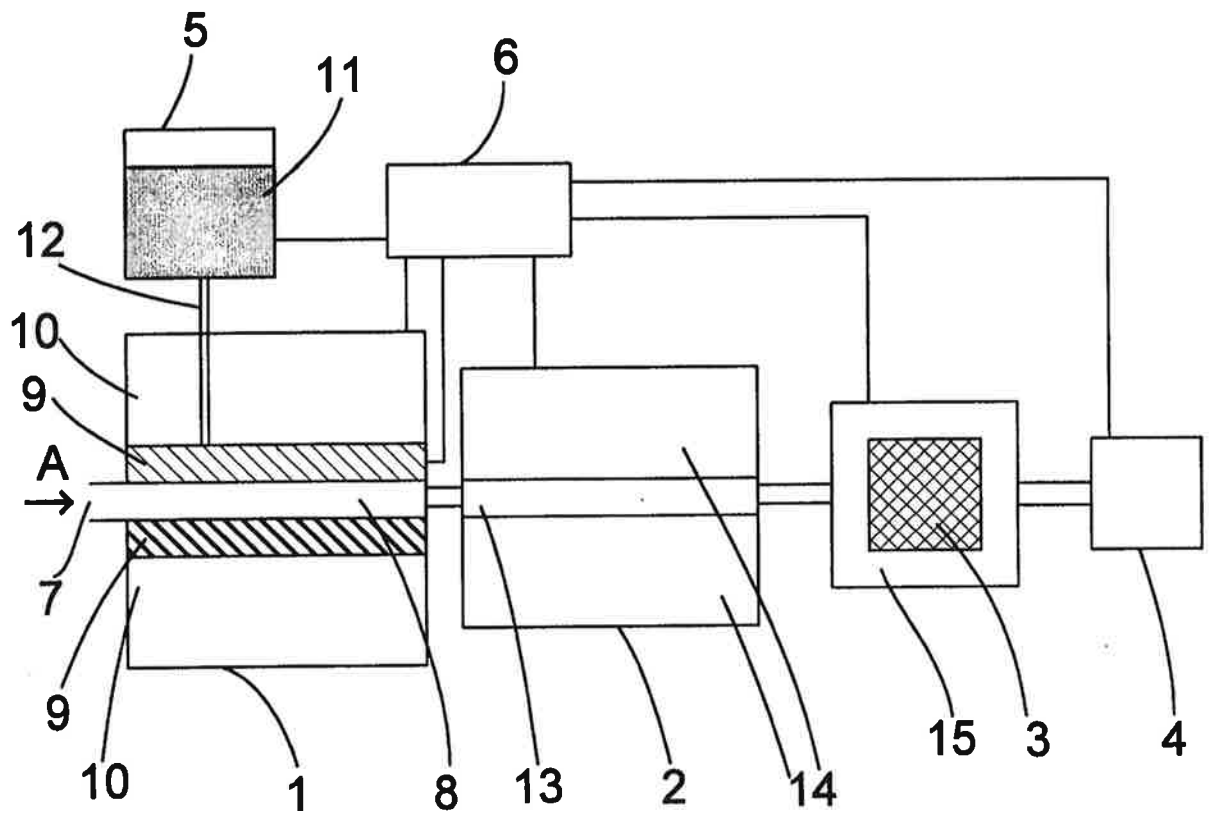


FIG 1

20250808

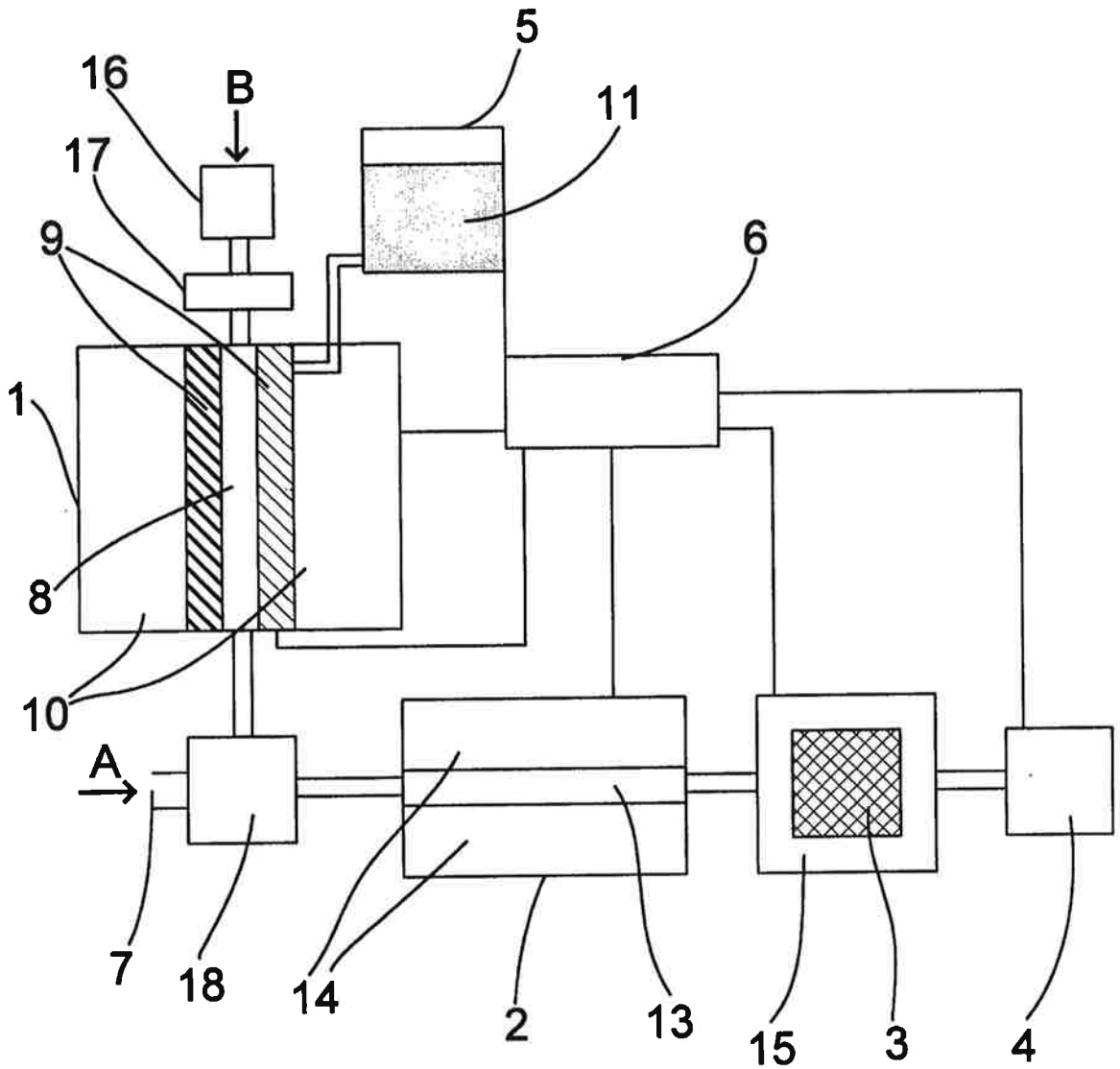


FIG 2