



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **314993**

(13) B1

(51) Int Cl⁷

C 02 F 1/28

Patentstyret

(21) Søknadsnr	19981323	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	1996.12.17, PCT/CH96/00442
(22) Inng. dag	1998.03.24	(85) Videreføringsdag	1998.03.24
(24) Løpedag	1996.12.17	(30) Prioritet	1996.01.04, CH, 10/96
(41) Alm. tilg.	1998.03.24		
(45) Meddelt dato	2003.06.23		
(71) Patenthaver	Christ AG, Hauptstrasse 192, CH-4147 Aesch, CH		
(72) Oppfinner	Philippe Rychen, F-68640 Muespach-le-Haut, FR Thomas Kleiber, CH-4106 Thervil, CH Dominique Gensbittel, F-68330 Huningue, FR		
(74) Fullmektig	Zacco Norway AS, 0106 Oslo		

(54) Benevnelse **Fremgangsmåte for rensing av spylevann anvendt ved halvlederfremstilling**

(56) Anførte publikasjoner US 4839331

(57) Sammendrag

De i rensevann fra halvlederfremstilling tilstedeværende hydrofile organiske forurensningene og hydrogenperoksyd fjernes ved adsorpsjon på et pyrolysat av en makroretikulær, sulfonert vinylaromatisk polymer med et karboninnhold på minst 85 vekt-% og et karbon/hydrogenatomforhold på 1,5:1 til 20: 1. Pyrolysatet oppviser på tross av den hydrofobe overflaten en relativt høy adsorpsjonsevne for disse forurensningene og muliggjør markert høyere fjernelsesrater enn vanlige aktive kull.

Foreliggende oppfinnelse vedrører en fremgangsmåte for fjernelse av hydrofile organiske forurensninger fra spylevann fra halvlederfremstillingen, ved hjelp av adsorpsjon.

- 5 Ved fremstillingen av integrerte kretser (Chips) må oblatene (Wafers) etter spesielle arbeidstrinn, blant annet etter etsing, renses med forskjellige kjemikalier og med høyrent vann. Det i store mengder produserte spylevannet (Reclaim) oppviser som følge av innholdet av organiske og uorganiske stoffer, en kvalitet som umuliggjør en direkte tilbakeføring i kretsløpet for fremstilling av rent vann. På den annen side vanskelig-
10 gjøres en resirkulering av spylevannet betydelig ved de fra halvlederfremstillingen stammende organiske forurensningene, idet det i kretsløpet for rent vann må oppnås TOC-verdier (totalinnhold av organisk karbon) på mindre enn 5 ppb og disse organiske forurensningene kan som regel bare fjernes i utilstrekkelig grad med vanlige fremgangsmåter som omvendt osmose, blandsjiktfiltrering, avgassing, UV-bestråling
15 og ultrafiltrering.

- Typiske halvlederspylevann inneholder uorganiske og organiske stoffer, som eksempelvis fluorid-, klorid-, nitrat-, sulfat-, fosfat- og ammoniumioner, hydrogenperoksyd, isopropanol, aceton, N-metylpyrrolidon, tetrametylammoniumhydroksyd,
20 metanol, etanol, butanol, eddiksyre, dimetylsulfoksyd, propylenglykolmetyleteracetat og lignende. Hovedbestanddelene består for det meste av isopropanol, aceton, N-metylpyrrolidon, flussyre, saltsyre, svovelsyre, fosforsyre, hydrogenperoksyd, ammoniakk, ammoniumfluorid, tetrametylammoniumhydroksyd og lignende. Spylevannet kan typisk oppvise en elektrisk ledningsevne på ca. 10 til 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ og
25 en TOC-verdi på ca. 0,1 til 20 ppm. pH-verdien ligger generelt mellom ca. 2 og 9, for det meste under 7.

- På grunn av kostnader og miljømessige hensyn samt på grunn av vannknapphet, er det ønskelig å opprede dette spylevannet, hvis samlede innhold av forurensninger som regel
30 ligger tydelig under nivåene for vanlig ledningsvann, i en slik grad at det på nytt kan anvendes ved halvlederfremstilling.

- For rensing av spylevann anvendes i dag ionebytter-fremgangsmåter, omvendt osmose-fremgangsmåter, adsorpsjon på aktivkull, biologiske fremgangsmåter og ultra-filtrering.
35 Eksempelvis fjernes frie mineralsyrer og organiske syrer rutinemessig ved hjelp av svakt, henholdsvis sterkt, basiske ionebytterharpikser. Videre er anlegg for omvendt osmose, som til dels allerede er til stede i tilsatsvannoppredningen av anlegg for rent

vann, sammen med de tilstedeværende ionebyttertrinnene som regel i stand til i tilstrekkelig grad å fjerne så vel uorganiske som også organiske syrer, baser og salter. Hydrogenperoksyd og hydrofile organiske forbindelser som isopropanol, aceton, N-metylpyrrolidon, metanol, etanol, butanol, dimetylsulfoksyd og lignende fraskilles
5 derimot i omvendte osmosetrinn i et omfang på bare 50 - 70%, hvilket på langt nær er tilstrekkelig med tanke på de krevede TOC-verdiene på mindre enn 5 ppb. Ved supplerende behandling med aktiv kull, kan konsentrasjonene av disse forurensningene prinsipielt reduseres ytterligere; en tilfredsstillende fraskillelse er imidlertid på denne måten ofte ikke, eller bare meget vanskelig, oppnåelig.

10

De kjente fremgangsmåtene har derfor den ulempen at et antall rensefremgangsmåter må kombineres og at på tross av dette, spesielt i tilfellet med relativt høye konsen-
trasjoner av organiske forurensninger, kan tilfredsstillende resultater ofte ikke oppnås
og/eller bioforurensning (Biofouling) kan i negativ retning påvirke trinnene nedstrøms
15 for det biologiske trinnet eller et aktivert karbonfilter.

På den annen side er det for eksempel fra US-A-4040990, JP-A-62/197308, US-A-4839331, EP-A-0604110 og EP-A-0623557 kjent kullignende adsorpsjonsmidler oppnådd ved pyrolyse av syntetiske polymerer, som oppviser en sammenlignet med
20 aktivkull, mer hydrofob overflate og følgelig er bedre i stand til å adsorbere hydrofobe organiske forbindelser, spesielt hydrokarboner og halogenerte hydrokarboner, enn aktivt kull. Tilsvarende produkter er for eksempel kommersielt tilgjengelige under markedsnavnet "Amborsorb" (Rohm and Haas, Philadelphia, USA).

25

I EP-A-0285321 foreslås det videre å anvende pyrolysater av tverrbundne polymerer som adsorpsjonsmidler for fraskillelse av bakterielle endotoksiner (lipopolysaccarider), som kan være til stede som pyrogener i ledningsvann eller i renset vann, for eksempel som følge av lagring. Som tverrbundne polymerer egner seg eksempelvis styren-
divinylbenzen-kopolymerer, som til nød kan være sulfonerte eller klormetylte og
30 deretter aminert til en ionebytterharpiks. Som videre beskrevet i EP-A-285321, kan denne fremgangsmåten også anvendes i vannopprenningsprosesser, hvori høyrent vann fremstilles og lagres, ved at det lagrede vannet før etterfølgende filtreringstrinn, bringes i kontakt med pyrolysatet. Herved går det imidlertid for fremstilling av rent vann ut fra ledningsvann og adsorpsjonstrinnet tjener bare til fraskillelse av i alle tilfeller tilstede-
35 værende pyrogener fra det lagrede høyrene vannet.

Overraskende er det nå funnet at pyrolysater av makroretikulære, sulfonerte vinyl-aromatiske polymerer er i stand til avgjort mer effektiv adsorpsjon av de hydrofile organiske forurensningene og hydrogenperoksyd som er til stede i spylevannet fra halvlederfremstilling enn aktivert karbon er, på tross av den mer hydrofobe overflaten av førstnevnte. I tillegg er det funnet at forurensningene adsorbert på de nevnte pyrolysatene er vesentlig lettere desorberbare enn de som er adsorbert på aktivert karbon.

Oppfinnelsen vedrører følgelig en fremgangsmåte for fjernelse av hydrofile organiske forurensninger som er blandbare med vann ved 15°C i mengder på minst 10 vekt-% og/eller av hydrogenperoksyd fra spylevann fra halvlederfremstillingen, som er kjennetegnet ved at man fører spylevannet gjennom et sjikt av et pyrolysat av en makroretikulær, sulfonert vinylaromatisk polymer med et karboninnhold på minst 85 vekt-% og et karbon/hydrogenatom-forhold på 1,5:1 til 20:1.

Det er videre funnet at fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen resulterer i ikke bare betydelig bedre fjernelsesrater, men at også adsorpsjonskapasiteten av pyrolysatet vanligvis er høyere enn den for vanlig aktivt kull. Allerede med et enkelt adsorpsjonstrinn med for eksempel en søylehøyde (laghøyde av sjiktet) på 60 cm oppnås det som regel fjernelsesrater på langt over 90%, hvilket er spesielt overraskende, idet blant annet god adsorptivitet av hydrofobe pyrolysater for hydrofile forbindelser ikke kunne forventes og forurensningene i spylevannet bare foreligger i mengder på få ppm. Ved fremgangsmåten ifølge foreliggende oppfinnelse er det derfor mulig, om nødvendig, ved å forbinde to eller flere adsorpsjonstrinn i serie og/eller fortrinnsvis ved hjelp av en kombinasjon med allerede eksisterende ferskvanns-oppretnings-fremgangsmåter, uten videre å oppnå de krevede TOC-verdiene på mindre enn 5 ppb. I tillegg har de ifølge oppfinnelsen anvendbare pyrolysatene, til forskjell fra aktivt kull, som for det meste ikke regenereres, den fordel at de lett kan regenereres.

Uttrykket "hydrofil organisk forurensning" betegner innenfor rammen av foreliggende oppfinnelse ikke-ioniske organiske forbindelser, som kan være til stede i spylevannet fra halvlederfremstilling og som er blandbare med vann ved 15°C i mengder på minst 10 vekt-%, spesielt ikke-ioniske organiske forbindelser som er flytende ved 20°C, som de ved halvlederfremstillingen anvendte oppløsningsmidlene isopropanol, aceton, N-metylpyrrolidon, metanol, etanol, butanol, eddiksyre, dimetylsulfoksyd og propylen-glykoleteracetat, spesielt isopropanol, aceton og N-metylpyrrolidon.

Uttrykket "vinylaromatisk polymer" betegner innenfor rammen av foreliggende oppfinnelse polymerer oppnådd ved polymerisasjon av en vinylaromatisk monomer.

Uttrykket "makroretikulær", er innenfor rammen av foreliggende oppfinnelse å forstå slik at de aktuelle polymerene i høy grad oppviser porer med en poreradius på minst 25 nm.

Pyrolysaten som anvendes ifølge oppfinnelsen, oppviser hensiktsmessig et karboninnhold på minst 85 vekt-% og et karbon/hydrogen-atomforhold på 1,5:1 til 20:1, fortrinnsvis 2:1 til 10:1. De kan fremstilles på kjent måte, for eksempel ved de i US-A-4040990, US-A-4839331 og JP-A-62/197308 beskrevne fremgangsmåtene, ved kontrollert termisk nedbrytning fra makroretikulære, sulfonerte vinylaromatiske polymerer.

Som utgangspolymerer egner seg såvel homopolymerer som også kopolymerer av monoetylenisk umettede monomerer, som styren, vinyltoluen, etylvinylbenzen, vinylxylen og vinylpyridin, og polyetylenisk umettede monomerer, som divinylbenzen, trivinylbenzen, divinyltoluen og divinylpyridin. Generelt er imidlertid kopolymerer av en monoetylenisk og en polyetylenisk umettet polymer foretrukket. Spesielt foretrukket er styren, divinylbenzen-kopolymerer, spesielt slike som er oppnådd ved polymerisasjon av 75 - 90 vektdeler styren med 25 - 10 vektdeler divinylbenzen.

Polymerisasjonen kan foregå ved kjente fremgangsmåter, eksempelvis som beskrevet i US-A-4040990 og US-A-4839331. En foretrukket fremgangsmåte er den i US-A-4224415 beskrevne suspensjonspolymerisasjonen.

Sulfoneringen av polymeren kan likeledes foregå på kjent måte, eksempelvis med konsentrert svovelsyre, oleum, svoveltrioksyd eller klorsulfonsyre ved forhøyet temperatur. Egnede betingelser er for eksempel kjent fra US-A-2366007, US-A-2500149, US-A-4224415 og US-A-4839331.

Pyrolysen av de sulfonerte polymerene kan, som for eksempel kjent fra US-A-4040990 og US-A-4839331, foregå ved oppvarming av polymerene til en temperatur på ca. 300 - 1200°C, fortrinnsvis ca. 400 - 800°C, i inert gassatmosfære, (for eksempel nitrogen, helium, neon og/eller argon) i løpet av 0,3 til 2 timer. Om ønsket kan den inerte gassen tilsettes en aktiverende gass, som karbondioksyd, oksygen eller vanndamp, eller det kan gjennomføres en etterbehandling ved oppvarming til 300 - 1200°C i en aktiverende gass.

Pyrolysater, som ikke er behandlet med en aktiverende gass, viser imidlertid generelt en bedre adsorpsjonsevne for hydrofile, organiske forurensninger.

Ved pyrolysen av polymerene dannes i tillegg til de i polymeren tilstedeværende porene, som i stor grad opprettholdes ved pyrolysen, mikroporer. Ifølge IUPAC porestørrelses-definisjon kan det i pyrolysat skilles mellom makroporer med en poreradius på mer enn 25 nm, mesoporer med en poreradius på 1 til 25 nm og mikroporer med en poreradius på mindre enn 1 nm, hvorved adsorpsjonen formodentlig overveiende finner sted i mikroporene, mens mesoporene og makroporene letter transporten til mikroporene.

I adsorpsjonsfremgangsmåten ifølge oppfinnelsen anvendes fortrinnsvis slike pyrolysater som oppviser makroporer med et spesifikt porevolum på minst ca. 0,1 ml/g, spesielt minst 0,13 ml/g (for eksempel 0,20 - 0,25 ml/g), og mesoporer med et spesifikt porevolum på minst 0,1 ml/g, spesielt minst 0,12 ml/g (for eksempel 0,13 - 0,20 ml/g).

Videre foretrekkes som regel pyrolysater som oppviser mikroporer med et spesifikt porevolum på minst 0,1 ml/g, spesielt foretrukket minst 0,2 ml/g (for eksempel 0,2 - 0,4 ml/g). De angitte porevolumene tilsvarer i hvert tilfelle de på et "Micromeritics - 2400"-porosimeter fra nitrogenadsorpsjonsisotermene oppnådde verdiene. De nevnte porevolumene er imidlertid ikke kritiske, og pyrolysater med mindre porevolumer er prinsipielt likeledes egnede.

Det er overraskende videre funnet at adsorpsjonsevnen av de forholdsvis hydrofobe pyrolysatene for de hydrofile organiske forurensningene tilstede i spylevannet fra halvlederfremstilling åpenbart øker ytterligere ettersom hydrofobisiteten av pyrolysat-overflaten øker. Pyrolysater som ved romtemperatur (24°C) og en relativ luftfuktighet på 94% er i stand til å adsorbere mindre enn 300 mg vann pr. g pyrolysat, viser seg nemlig i fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen som spesielt egnet for adsorpsjon av hydrofile organiske forurensninger, hvorved de beste resultatene er oppnådd med slike pyrolysater som er i stand til å adsorbere mindre enn 200 mg vann pr. g pyrolysat. På den annen side egner seg for adsorpsjon av hydrogenperoksyd heller de forholdsvis mindre hydrofobe pyrolysatene, hvorved det er funnet at pyrolysater som ved romtemperatur (24°C) og en relativ luftfuktighet på 94% er i stand til å adsorbere minst 200 mg, eksempelvis 200 - 400 mg og fortrinnsvis 200 - 300 g vann pr. gram pyrolysat som regel er bedre egnede enn slike som er i stand til å adsorbere mindre enn 200 mg vann pr. g pyrolysat.

For fjernelse av hydrofile organiske forurensninger og av hydrogenperoksyd, kan det derfor følgelig anvendes to pyrolysater, hvorav ett er i stand til å adsorbere minst 200 mg vann og det andre mindre enn 200 mg vann pr. g pyrolysat. Fremgangsmåten kan gjennomføres på en slik måte at spylevannet enten føres gjennom et sjikt av en blanding
 5 av de to pyrolysatene eller etter hverandre, i en hvilken som helst rekkefølge, føres gjennom hver gang et sjikt av begge disse pyrolysatene.

Pyrolysatene er kjemisk, termisk og fysikalsk meget stabile. De oppviser generelt en spesifikk overflate på 100 - 2000 m²/g, for det meste 500 - 1200 m²/g, og kan
 10 eksempelvis anvendes i form av tilnærmet kuleformige partikler med en midlere kornstørrelse på eksempelvis 0,2 - 1,5 mm, fortrinnsvis 0,3 - 1,0 mm. Egnede pyrolysat er for eksempel kommersielt tilgjengelige under betegnelsene "Ambersorb 348F", "Ambersorb 572", "Ambersorb 575", "Ambersorb 563" og "Ambersorb 564" (Rohm and Haas, Philadelphia, USA), hvorved alle er egnede for adsorpsjon av
 15 hydrofile organiske forurensninger og av hydrogenperoksyd. Fortrinnsvis kan imidlertid for adsorpsjon av hydrofile organiske forurensninger "Ambersorb 563" og/eller "564" og for adsorpsjon av hydrogenperoksyd "Amersorb 572" og/eller "575" anvendes.

Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen kan gjennomføres ved for adsorpsjonsfremgangs-
 20 måter vanlige metoder, hvorved pyrolysatsjiktet fortrinnsvis er anordnet i et adsorpsjonsfilter, henholdsvis en søyle, som kan drives i en oppstrøms prosess eller en nedstrømsprosess. Generelt er en sjikthøyde på minst 30 cm, eksempelvis 60 - 150 cm å anbefale. For å forbedre fjernesraten kan sjikthøyden prinsipielt forøkes; det er imidlertid i dette tilfellet generelt mer fordelaktig å koble to eller flere pyrolysatsjikt
 25 etter hverandre. Fortrinnsvis kan det etter pyrolysatsjiktet kobles en svakt basisk anionbytter.

Ved anvendelse av friske pyrolysat er det anbefalelsesverdig, før de tas i drift, i noen dager å føre deionisert vann igjennom pyrolysatsjiktet, for å hydratisere pyrolysatet.
 30 Herved ledes fortrinnsvis først varmt vann gjennom sjiktet og den ytterligere behandlingen gjennomføres ved romtemperatur.

Når pyrolysatet er oppbrukt, eller fjernesraten faller under en bestemt verdi, for eksempel under 90%, kan tilførselen av spylevann avbrytes og pyrolysatet regenereres i
 35 normal strøm- eller motstrøms fremgangsmåte og gjenanvendes. Regenereringen kan fortrinnsvis foregå ved at man leder vanddamp med en temperatur på 100 til 250°C

gjennom pyrolysatet. Generelt er mindre enn 12 sjiktvolumer av damp (målt som kondensat) tilstrekkelig til å fjerne de adsorberte forurensningene i vesentlig grad.

Gjennomstrømningsratene kan eksempelvis ved drift utgjøre 5 - 40 sjiktvolumer spylevann pr. time og ved regenerering 0,1 - 2,0 sjiktvolumer vanndamp (målt som kondensat) pr. time.

For å unngå et avbrudd av spylevannrensingen under regenereringen, kan det tilveiebringes fortrinnsvis to eller tre pyrolysatstiltak, hvorav i hvert tilfelle ett, henholdsvis to er i drift mens et sjikt regenereres.

Adsorpsjonsfremgangsmåten ifølge oppfinnelsen kan anskueliggjøres nærmere ved hjelp av det følgende eksemplet.

15

Eksempel 1

I fire kolonner av transparent polyvinylklorid med en kolonnediameter på 40 cm og en kolonnehøyde på 1,5 m, ble det til en sjikthøyde på 60 cm (sjiktvolum BV = 0,75 l) innført hver gang ett adsorpsjonsmiddel, nemlig for sammenligningsformål (A) "Amberlite XAD 16" (Rohm and Haas) og (B) aktiv kullet "Carbon BD" (Chemviron) og ifølge oppfinnelsen (C) "Ambersorb 572" (Rohm and Haas) og (D) "Ambersorb 563" (Rohm and Haas). De friske adsorpsjonsmidlene ble for å oppnå hydratisering i kolonnen i 7 dager gjennomstrømmet med deionisert vann med en gjennomstrømningsrate på 1 l/time. Deretter ble det, i hvert tilfelle i løpet av dagen, ført vann inneholdende 10 - 20 ppm hydrogenperoksyd og med et TOC-innhold på 5,2 - 6,5 ppm, bestående av aceton og isopropanol i et vektforhold på 1:1, gjennom kolonnene ved en temperatur på 20 - 22°C og ved en gjennomstrømningsrate på 5 BV/time, og TOC-verdien samt innholdet av hydrogenperoksyd i det uttredende vannet ble målt. Over natten ble vann-tilførselen avbrutt i hvert tilfelle. TOC-verdiene i tilførselsstrømmen og de oppnådde adsorpsjonskapasitetene inntil fall av fjernelsesratene til 90% er angitt i Tabell 1 sammen med de prosentvise fjernelsesratene for hydrogenperoksyd (nedbrytning av H₂O₂ i %). TOC-fjernelsesratene som prosent av adsorpsjon, basert på TOC-verdiene i tilførselsstrømmen er avsatt i fig. 1 som funksjon av sjiktvolumene av tilført vann. Som resultatene viser, oppnås med pyrolysatene anvendt ifølge oppfinnelsen tydelig høyere TOC-fjernelsesrater, og de oppviser også høyere adsorpsjonskapasiteter.

Tabell 1

Adsorpsjonsmiddel	ppm TOC i tilførselsstrøm	Opptakskapasitet i g TOC/l av pyrolysat	Nedbrytning H ₂ O ₂
(A) "Amberlite XAD 16"	5,2	0,03	5 - 10%
(B) "Carbon BD"	6,5	0,08	100%
(C) "Ambersorb 572"	6,1	0,26	100%
(D) "Ambersorb 563"	5,2	1,93	40%

P a t e n t k r a v

1.

Fremgangsmåte for fjernelse av hydrofile organiske forurensninger, som er blandbare med vann ved 15°C i mengder på minst 10 vekt-%, og/eller hydrogenperoksyd fra spylevann fra halvlederfremstilling ved hjelp av adsorpsjon, k a r a k - t e r i s e r t v e d at man fører spylevannet gjennom et sjikt av et pyrolysat av en makroretikulær, sulfonert vinylaromatisk polymer med et karboninnhold på minst 85 vekt-% og et karbon/hydrogen-atomforhold på 1,5:1 til 20:1.

10

2.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at man anvender et pyrolysat som oppviser makroporer med en poreradius på mer enn 25 nm og et spesifikt porevolum på minst 0,1 ml/g og mesoporer med en poreradius på 1 til 25 nm og et spesifikt porevolum på minst 0,1 ml/g.

15

3.

Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at man anvender et pyrolysat som oppviser makroporer med en poreradius på mer enn 25 nm og et spesifikt porevolum på minst 0,13 ml/g og mesoporer med en poreradius på 1 til 25 nm og et spesifikt porevolum på minst 0,12 ml/g.

20

4.

Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1 - 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at man anvender et pyrolysat som oppviser mikroporer med en poreradius på mindre enn 1 nm og et spesifikt porevolum på minst 0,1 ml/g.

25

5.

Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1 - 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at man anvender et pyrolysat som oppviser mikroporer med en poreradius på mindre enn 1 nm og et spesifikt porevolum på minst 0,2 ml/g.

30

6.

Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1 - 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at man anvender et pyrolysat med et karbon/hydrogen-atomforhold på 2:1 til 10:1.

35

7.

Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1 - 6, k a r a k t e r i s e r t
v e d at man anvender et pyrolysat som er i stand til å adsorbere, fra luft ved
romtemperatur og en relativ luftfuktighet på 94%, mindre enn 300 mg vann pr. g
5 pyrolysat.

8.

Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av kravene 1 - 7, k a r a k -
t e r i s e r t v e d at man for fjernelse av hydrofile organiske
10 forurensninger anvender et pyrolysat som fra luft ved romtemperatur og en relativ
luftfuktighet på 94%, er i stand til å adsorbere mindre enn 200 mg vann pr. g hydrolysat.

9.

Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1 - 8, k a r a k t e r i s e r t
15 v e d at man for fjernelse av hydrogenperoksyd anvender et pyrolysat som fra luft
ved romtemperatur og en relativ luftfuktighet på 94%, er i stand til å adsorbere minst
200 mg vann pr. g pyrolysat.

10.

20 Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1 - 9, k a r a k t e r i s e r t
v e d at man anvender et pyrolysat av en styren-divinylbenzen-kopolymer.

11.

Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1 - 10, k a r a k t e r i s e r t
25 v e d at man anvender et pyrolysat av en styren-divinylbenzen-kopolymer med et
vektforhold styren/divinylbenzen på 75-90:10-25.

12.

Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1 - 11, k a r a k t e r i s e r t
30 v e d at man anvender et pyrolysat med en midlere kornstørrelse fra 0,2 til 1,5 mm.

13.

Fremgangsmåte ifølge et av kravene 1 - 12, k a r a k t e r i s e r t
v e d at man for regenerering av pyrolysatet avbryter tilførselen av spylevann og
35 leder vanddamp med en temperatur på 100 til 250°C gjennom pyrolysatsjiktet.

1/1

% Adsorpsjon

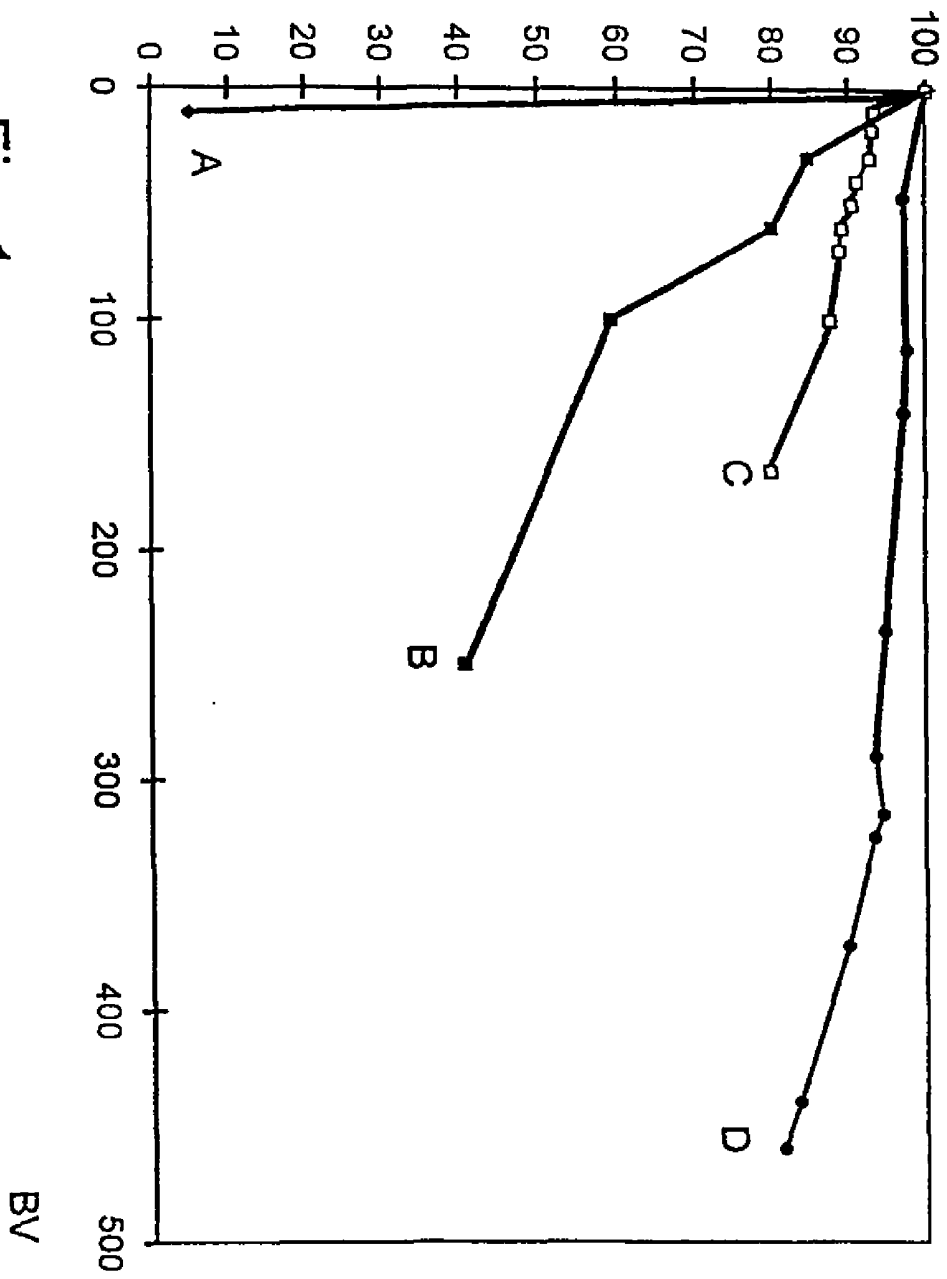


Fig. 1