
Octrooiraad



⑫ A **Terinzagelegging** ⑪ **8901880**

Nederland

⑲ NL

⑤4 **Anisotrope polymeren op basis van een S-triazinederivaat.**

⑤1 Int.Cl⁵: C08G 69/44, C07D 403/04.

⑦1 Aanvrager: Stamicarbon B.V. te Geleen.

⑦4 Gem.: Drs. W.C.R. Hoogstraten c.s.
Octroobureau DSM
Postbus 9
6160 MA Geleen.

②1 Aanvraag Nr. 8901880.

②2 Ingediend 20 juli 1989.

③2 --

③3 --

③1 --

⑥2 --

④3 Ter inzage gelegd 18 februari 1991.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

STAMICARBON B.V.

Uitvinder: Bindert K. Vriesema te Munstergeleen
Gerardus A. Rademakers te Heerlen

ANISOTROPE POLYMEREN OP BASIS
VAN EEN S-TRIAZINEDERIVAAT

De uitvinding heeft betrekking op aromatische polymeren, die vanuit de smelt verwerkbaar zijn en anisotroop gedrag vertonen, op basis van aromatisch hydroxyzuren, aromatische diolen en aromatische dicarbonsuren.

5 Dergelijke aromatische polymeren zijn bekend, bijvoorbeeld uit het Engelse octrooischrift 2058102. De polymeren als beschreven in GB-A-2058102 zijn polyesters op basis van een aromatisch dizuur, parahydroxybenzöezuur en bifenol. Voorwerpen van dergelijke polymeren bezitten niet alleen goede mechanische eigenschappen, maar ook een
10 bevredigende temperatuursbestendigheid. De polymeren lijken derhalve geschikt voor de vervaardiging van ovenserviesgoed.

Voor een dergelijke toepassing is het noodzakelijk dat het vervaardigde ovenserviesgoed eveneens een zeer goede thermische schokbestendigheid moet bezitten.

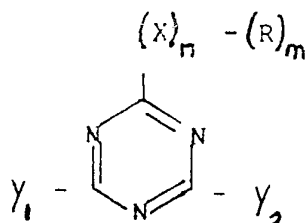
15 Hoewel uit het octrooischrift blijkt dat voorwerpen vervaardigd uit de polymeren volgens GB-A-2058102 een betere thermische schokbestendigheid bezitten dan thermoplasten als bijvoorbeeld polypropeen en polybutyleentereftalaat, is de thermische schokbestendigheid echter nog onvoldoende.

20 Er bestaat daarom een behoefte aan voorwerpen vervaardigd uit polymeren die naast goede mechanische eigenschappen een verbeterde thermische schokbestendigheid bezitten.

Doel van de uitvinding is een aromatische polymeer met anisotroop gedrag te verschaffen dat in deze behoefte voorziet.

25 Er is nu een aromatisch polymeer gevonden, dat vanuit de smelt verwerkbaar is en anisotroop gedrag vertoont, en wordt gekenmerkt doordat het aromatische polymeer een triazine eenheid volgens formule I bevat:

89016007



waarbij Y_1 en Y_2 gelijk of verschillend zijn en een (alkyl)carboxy-, een (alkyl)hydroxy-, of een aminogroep omvat;

waarbij R is waterstof, alkylradicaal met 1-4 C-atomen, cycloalkylradicaal met 3-6 C-atomen, allylradicaal, arylradicaal of halogeen, en

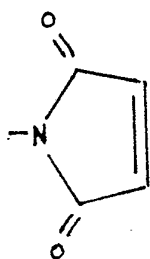
10

$m = 1$ of 2 ;

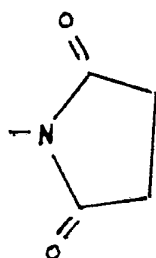
$n = 0$ of 1 , wanneer $n = 1$

dan: X is $-O-$, $-SO_2-$, of $-N=$;

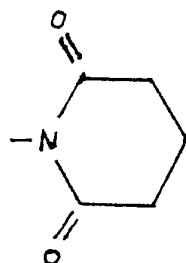
of X (R) is een groep volgens een der formules II:



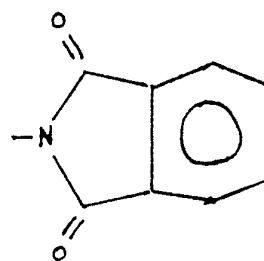
(a)



(b)



(c)



(d)

20

Verrassenderwijs is gevonden dat aromatische polymeren volgens de uitvinding niet alleen een goede thermische schokbestendigheid bezitten, maar ook dat deze door verbeterde vloeieigenschappen goed verwerkbaar zijn en uitstekende mechanische eigenschappen bezitten.

25

Opgemerkt zij dat aromatische polymeren, waarin triazine-eenheden aanwezig zijn, bekend zijn uit het octrooischrift JP-A-74.017.675. De aromatische polymeren beschreven in bedoeld octrooischrift, de zogenaamde polyamiden, vertonen echter geen ani-

8801880.

sotroop gedrag en bezitten geen hoge thermische stabiliteit.

JP-A-63.196.626 beschrijft copolyester harsen op basis van een aromatisch dizuur, een alifatisch diol-component en een triazine eenheid. Dergelijke harsen zijn slechts geschikt als coating- en/of
5 lijmmateriaal. Zij vertonen geen anisotroop gedrag.

De aromatische polymeren volgens de uitvinding bevatten bij voorkeur 0,01-10 mol.% triazine eenheden volgens formule (I). De hoeveelheid is sterk afhankelijk van de substitutie groep X. Is deze substituent een waterstof, een alkyl-, allyl-, of aryl-groep, dan
10 bedraagt de hoeveelheid triazine eenheden in het polymeer volgens de uitvinding bij voorkeur 0,01-7,5 mol.%.

In het polymeer volgens de uitvinding is substitutie groep Y₁ en Y₂ bij voorkeur een aminogroep. Meer in het bijzonder is de triazine eenheid acetoguanamine en/of benzoguanamine. Deze verbin-
15 dingen zijn commercieel beschikbaar.

Het is ook mogelijk een triazine derivaat te gebruiken met een substitutiegroep X(R) volgens formule II. Dergelijke triazine eenheden kunnen eenvoudig met behulp van melamine worden verkregen. Melamine bevat drie funktionele aminogroepen. Melamine en derivaten
20 hiervan staan uitvoerig beschreven in The Chemistry of heterocyclic compounds, s-triazines and derivatives, Edwin M. Smolin and Lorence Rapoport, 1959, interscience Publisher, New York. Voor de bereiding van anisotrope polymeren met een derivaat volgens formule II is het noodzakelijk om geheel of gedeeltelijk selectief één van de drie funk-
25 tionele groepen van melamine te substitueren. Het selectief substitueren vindt bij voorkeur plaats met zuuranhydriden onder milde omstandigheden van temperatuur en druk. In het bijzonder wordt barnsteen-
zuuranhydride of ftaalzuuranhydride toegepast. Door bijvoor-
beeld melamine te laten reageren met barnsteen-
zuur(anhydride) wordt
30 een stof verkregen met de formule II b: 2,4 diamino-6-succinimino-1,3,5-triazine.

De uitvinding is bijzonder werkzaam bij aromatische polymeren die behalve de triazineeenheid ook nog bevatten:

- (a) eenheden met een oxy- en een carboxyl-groep,
- 35 (b) eenheden met twee oxy-groepen, en
- (c) eenheden met twee carboxylgroepen.

69 01 880.

De eenheid met een oxy- en een carboxyl-groep kiest men afhankelijk van de gewenste eigenschappen van het polymeer. In het algemeen heeft een dergelijke eenheid een formule

5 $-O-R-\overset{O}{\parallel}{C}-$, waarbij R tenminste een aromatische ring bevat, bijvoorbeeld:



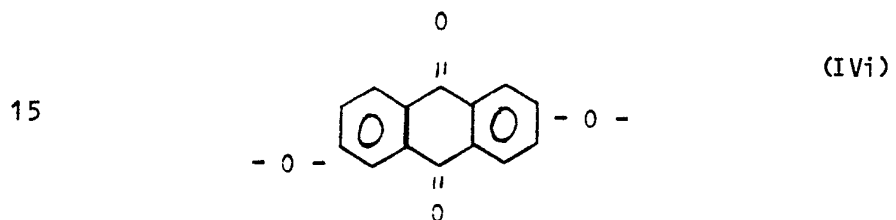
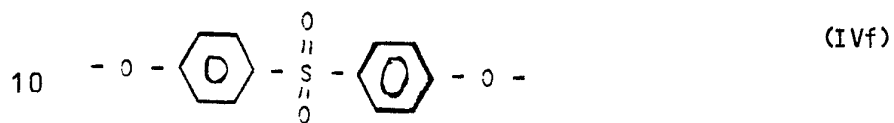
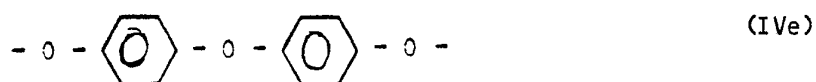
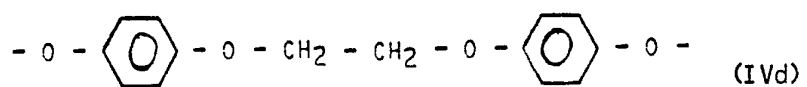
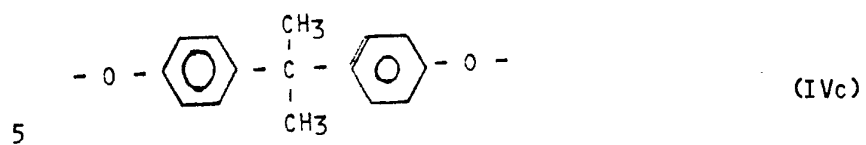
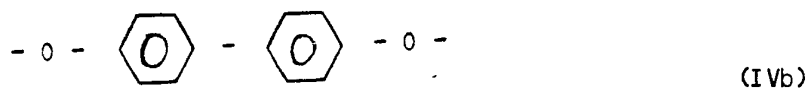
Bij voorkeur bevat het polymeer volgens de uitvinding oxybenzoyl-eenheden met de formule (III). Deze eenheden zijn afkomstig van hydroxybenzoëzuur of van derivaten hiervan. De oxybenzoyl-eenheid als (III) kan para- of meta-gesubstitueerd zijn. Ook mengsels van

15 para- en meta-gesubstitueerde oxybenzoyleenheden met de formule (III) zijn mogelijk. Bij voorkeur is de eenheid (III) para-gesubstitueerd. In de aromatische ring kunnen een of meerdere van de waterstofatomen gesubstitueerd zijn door een alkyl- of alkoxy-groep, met één tot vier

20 koolstofatomen, door een halogeen bij voorbeeld chloor, broom, en fluor, en/of door een fenylgroep welke desgewenst gesubstitueerd is. Bij voorkeur is de oxybenzoyleenheid afgeleid van p-hydroxybenzoëzuur.

Het polymeer bevat bij voorkeur 20-70 mol.% oxybenzoyl-eenheden, betrokken op het gehele polymeer.

25 Eenheden met twee oxy-groepen hebben in het algemeen een formule $-O-R-O-$, waarbij R tenminste een aromatische ring bevat, voorbeelden zijn:



Het polymeer volgens de uitvinding kan ook mengsels van bovengenoemde eenheden bevatten. Bij voorkeur bevat het polymeer volgens de vinding dioxybenzyl (IVa) en/of bifenoxy (IVb)-groepen, meer in het bijzonder een bifenoxy-groep met de formule (IVb). De
5 laatstgenoemde verbinding kan verkregen worden uit p,p'-bifenol. In de aromatische ringen kunnen een of meerdere waterstofatomen gesubstitueerd zijn door een alkyl en/of alkoxygroep, een halogeen en/of een fenylgroep, die op zichzelf ook weer gesubstitueerd kan zijn. Bij voorkeur bevat het polymeer 5-40 mol.% eenheden met twee oxy-groepen.

10 De aromatische eenheden met twee carboxylgroepen kunnen verkregen worden uit aromatische dicarbonsuren of uit de overeenkomstige esters, bijvoorbeeld tereftaalzuur, isoftaalzuur, 2,6-naftaleendicarbonzuur, 2,7-naftaleendicarbonzuur, en bibenzoëzuur, 4,4'-dicarboxyldifenylsulfon, 4,4'-dicarboxyldifenylethaan,
15 4,4'-dicarboxyldifenylsulfide, 4,4'-dicarboxyldifenylether, 4,4'-dicarboxyldifenylnmethaan, 4,4'-dicarboxyldifenoxyethaan, 2,2-bis(4-carboxylfenyl) propaan.

Bij voorkeur zijn de aromatische eenheden met twee carboxylgroepen verkregen uit tereftaalzuur, isoftaalzuur en/of de derivaten daarvan.

20 In de aromatische ring kunnen een of meerdere waterstofatomen gesubstitueerd zijn door een alkyl en/of alkoxygroep een halogeen en/of een fenylgroep, welke laatste ook weer gesubstitueerd kan zijn. Bij voorkeur worden de eenheden met twee carboxylgroepen verkregen uit ongesubstitueerd tereftaalzuur en/of isoftaalzuur. Het polymeer bevat
25 bij voorkeur 5-40 mol % eenheden met twee carboxylgroepen.

Het polymeer kan desgewenst ook 0-30 mol.% van een andere amine-houdende eenheid bevatten, die ondermeer verkregen kan worden uit bekende stoffen, bijvoorbeeld, p-aminobenzoezuur, p-aminofenol, p-N-methyl-aminofenol, p-fenyleendiamine, N-methyl-p-fenyleendiamine,
30 N,N'-dimethyl-p-fenyleendiamine, m-aminofenol, 4-amino-1-naftol, 4-amino-4'-hydroxydifenyl, 4-amino-4'-hydroxyfenylether, 4-amino-4'-hydroxydifenylnmethaan, 4-amino-4'-hydroxy-difenylethaan, 4-amino-4'-hydroxydifenylsulfon, 4-amino-4'-hydroxydifenylsulfide, 4,4'-diaminofenylsulfide, 4,4'-diaminodifenylsulfon, 2,5-diamino-
35 tolueen, 4,4'-ethyleendiamine, 4,4'-diaminodifenoxyethaan,

4,4'-diaminodifenyl-methaan, 4,4'-diaminodifenyloether.

Naast de bovengenoemde eenheden kan het polymeer nog sulfor-, urethaan-, carbonaat-, imide-, keto-, sulfide-, azo-, anhydride- en/of thioestergroepen bevatten.

5 De bereiding van het polymeer volgens de uitvinding vindt met een op zich bekende wijze plaats bijvoorbeeld via acetylering van de monomeren met azijnzuuranhydride gevolgd door een polycondensatiereactie; de reactie tussen de monomeren vindt plaats tussen 50°C en 350°C, bij voorkeur onder een inerte atmosfeer, bijvoorbeeld stikstof of
10 argon, bij verhoogde temperatuur en verlaagde druk, waarna een polycondensaat met de gewenste polymerisatiegraad verkregen wordt. Het is mogelijk doch niet strikt noodzakelijk, om de polycondensatie reactie uit te voeren in aanwezigheid van een katalysator, bijvoorbeeld
15 lithiumacetaat, natriumacetaat, kaliumacetaat, calciumacetaat, magnesiumacetaat, kobaltacetaat, zinkacetaat, calciumbenzoaat, magnesiumacetylacetaat, zink acetylacetaat, zirkoonbutylaate, zirkoonpropylaate, titaniumfenolaate, natriumfenolaate, germaniumdioxide, antimoon-dioxide, dialkyl- en diaryltin-oxide, dibutyl-tin-diacetaat, en dibutyl-dimethoxy-tin. Bij voorkeur worden magnesium-, en/of zink-
20 acetaten toegepast. De katalysator wordt toegevoegd in hoeveelheden tot 1 gew.%, berekend op het totale gewicht van de gebruikte monomeren. Nadat de reactiesnelheid van de condensatie of verestering afgenomen is, wordt het polymerisatiemengsel desgewenst gedurende een of meerdere uren bij een verhoogde temperatuur onder vacuum gehouden
25 ($\pm 0,1$ mbar). Het verkregen produkt wordt na afkoeling gemalen. Bij voorkeur wordt het gemalen produkt gedurende 5-30 uur nagecondenseerd bij een temperatuur 200-400°C.

De polymeren volgens de vinding zijn uitstekend geschikt om vanuit de smelt te worden verwerkt, daar de verwerkingstemperatuur van
30 de polymeren ruim onder de ontledingstemperatuur ligt. Geschikte verwerkingstechnieken zijn ondermeer spuitgieten en extrusie.

Voorwerpen geheel of gedeeltelijk vervaardigd uit de polymeren volgens de vinding bezitten goede eigenschappen met betrekking tot treksterkte, naast een goede chemische en hittebestendigheid.
35 Hierdoor worden voorwerpen vervaardigd uit de polymeren volgens de

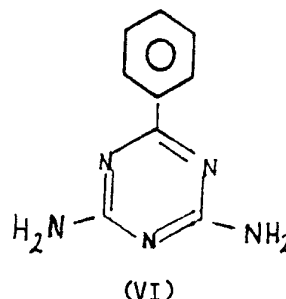
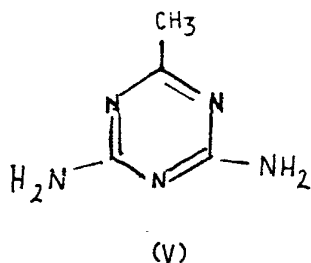
uitvinding toegepast in de elektrotechniek, vliegtuigindustrie en autoindustrie.

De polymeren volgens de vinding zijn bijzonder geschikt voor de vervaardiging van films en vezels, waarbij vooral de sterkte van de film of de vezel een belangrijke rol speelt. Films of vezels vervaardigd uit de polymeren volgens de vinding zijn daarom uitermate geschikt om in de textiel- en verpakkingsindustrie te worden toegepast. Aan de polymeren kunnen, desgewenst, afhankelijk van de toepassing, nog vulstoffen worden toegevoegd, bijvoorbeeld glasvezels, talk, kaolin, wollastoniet, kalk, bij voorkeur tot maximaal 60 gew.%.
 5
 10

De uitvinding zal verder verduidelijkt worden aan de hand van volgende voorbeelden, zonder hiertoe beperkt te zijn.

Voorbeelden I t/m IV

15 In de voorbeelden werd steeds als triazine derivaat acetoguanamine (formule V) en benzoguanamine (formule VI) toegepast.



Voorbeeld I

In een reactievat met roerder, stikstofinleidbuis en refluxkoeler werd 820 g azijnzuuranhydride gebracht.
 20

Hieraan werd toegevoegd:

4,03 mol p-hydroxybenzoezuur,

1,33 mol 6-hydroxy-2-naftaleencarbonzuur,

0,30 mol acetoguanamine,

25 0,30 mol tereftaalzuur,

1 g zinkacetaat.

89018007

De suspensie werd verwarmd tot 155°C en gedurende 1-3 uur constant gehouden (refluxen). Vervolgens werd de refluxkoeler omgebouwd tot destillatie-koeler.

De temperatuur werd met 46°C/uur verhoogd tot 280°C.

- 5 Hierna werd de stikstoftoevoer gestopt en langzaam een vacuüm aangelegd van 1 mm Hg.

Het verkregen polymeer werd gekarakteriseerd met behulp van Differential Scanning Calorimetrie (DSC).

Smelttemperatuur (T_m) = 270°C.

10 Voorbeeld II

Idem als voorbeeld I echter met:

4.03 mol p-hydroxybenzoezuur,
1.33 mol 6-hydroxy-2-naftaleencarbonzuur,
0,30 mol benzoguanamine,

- 15 0,30 mol tereftaalzuur,
1 g zinkacetaat.

Het verkregen polymeer werd gekarakteriseerd met behulp van Differential Scanning Calorimetrie (DSC).

Smelttemperatuur (T_m) = 255°C.

20 Voorbeeld III

In een reactievat met roerder, stikstofinleidbuis en refluxkoeler werd 820 g azijnzuuranhydride gebracht.

Hieraan wordt toegevoegd:

- 2.87 mol p-hydroxybenzoezuur,
25 1,16 mol tereftaalzuur,
0,57 mol isoftaalzuur,
0,77 mol p,p'-bifenol,
0,77 mol hydrochinon,
0,19 mol acetoguanamine,

- 30 1 g zinkacetaat.

De suspensie werd verwarmd tot 155°C en gedurende 1-3 uur constant gehouden (refluxen). Vervolgens werd de refluxkoeler omgebouwd tot destillatie-koeler. De temperatuur werd met 46°C/uur verhoogd tot

8809800.

300°C. Hierna werd de stikstoftoevoer gestopt en langzaam een vacuum aangelegd van 1 mm Hg.

Het verkregen polymeer werd gekarakteriseerd met behulp van Differential Scanning Calorimetrie (DSC).

5 Smelttemperatuur (T_m) = 305°C.

Voorbeeld IV

Idem als voorbeeld 1 echter met:

2,87 mol p-hydroxybenzoezuur,

1,16 mol tereftaalzuur,

10 0,57 mol isoftaalzuur,

0,77 mol p,p'-bifenol,

0,77 mol hydrochinon,

0,19 benzoguanamine,

1 g zinkacetaat.

15 Het verkregen polymeer werd gekarakteriseerd met behulp van een DSC; $T_{sm} = 295°C$.

Vergelijkend voorbeeld A

Idem als voorbeeld III echter met:

2,87 mol p-hydroxybenzoezuur,

20 1,16 mol tereftaalzuur,

0,57 mol isoftaalzuur,

0,96 mol p,p'-bifenol,

0,77 mol hydrochinon, 1 g zinkacetaat.

Het verkregen polymeer bezat een smelttemperatuur van 315°C.

25 Thermische schok bestendigheidsproof 1

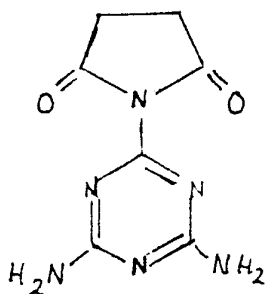
Testplaatjes vervaardigd van het polymeer uit voorbeeld IV en van het polymeer uit vergelijkend voorbeeld A werden gedurende 2 dagen in een diepvriezer bij een temperatuur van -20°C bewaard. Vanuit de diepvriezer werden de plaatjes onmiddellijk in een oven met een temperatuur van 225°C geplaatst.

30

Na 50 minuten bleek dat op een testplaatje verkregen van het polymeer uit vergelijkend voorbeeld A enige vorm van blaasvorming was opgetreden. Het testplaatje van het polymeer uit voorbeeld IV, was nog geheel in tact en vertoonde geen blaasvorming.

Voorbeelden V en VI

Synthese van 2,4-diamino-6-succinimino-1,3,5-triazine volgens formule VII.



(VII)

- 5 In een 1 liter rondkolf werd onder roeren bij kamertemperatuur achtereenvolgens 400 ml dimethylfuraan (DMF), 63 gram (0,5 mol) melamine en 150 gram (1,5 mol) barnsteen-zuur-anhydride gebracht. De temperatuur van de oplossing werd op 115°C gebracht en gedurende 5 uur constant gehouden. De heldere oplossing werd gekoeld en verdund met 150 ml
- 10 gedestilleerd water, vervolgens twee maal omgekristalliseerd met warm water.
- Opbrengst: 65 gram (62,5 % conversie).

Voorbeeld V

Idem als voorbeeld I, echter met:

- 15 4,03 mol p-hydroxybenzoëzuur,
1,33 mol 6-hydroxy-2-naftaleencarbonzuur,
0,30 mol tereftaalzuur,
0,30 mol van de verbinding met formule VII.
- Het verkregen polymeer bezat een smelttemperatuur van 266°C.

Voorbeeld VI

Idem als voorbeeld III, echter met:

2,87 mol p-hydroxybenzoëzuur,

1,16 mol tereftaalzuur,

5 0,57 mol isoftaalzuur,

0,77 mol p,p'-bifenol,

0,77 mol hydrochinon,

0,19 mol van de verbinding volgens formule VII.

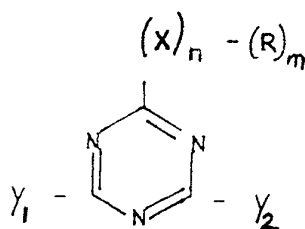
Het verkregen polymeer bezat een smelttemperatuur van 300°C.

10 Thermische schok bestendigheidspreef 2

Testplaatjes vervaardigd uit het polymeer van zowel voorbeeld V als voorbeeld VI vertoonden na de thermische schokbestendigheidspreef als beschreven, geen blaasvorming en waren nog geheel intact na een verblijftijd van 50 minuten in de oven.

C O N C L U S I E S

1. Aromatisch polymeer, dat vanuit de smelt verwerkbaar is en anisotroop gedrag vertoont, op basis van aromatische hydroxyzuren, aromatische diolen en aromatische dicarbonsuren, met het kenmerk, dat het aromatische polymeer een triazine eenheid volgens formule I bevat;



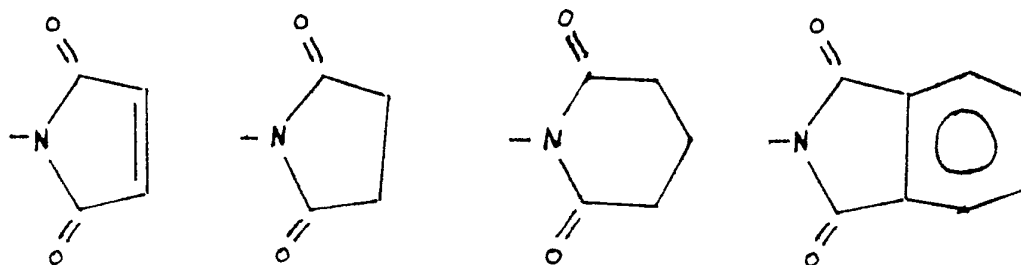
(I)

waarbij Y₁ en Y₂ gelijk of verschillend zijn en een (alkyl)carboxy-, een (alkyl)hydroxy-, of een aminogroep omvat, waarbij R is waterstof, alkylradicaal met 1-4 C-atomen, cycloalkylradicaal met 3-6 C-atomen, allylradicaal, arylradicaal of halogeen, en
m = 1 of 2;

n = 0 of 1, wanneer n = 1

dan: X is -O-, -SO₂-, of -N=;

of X (R) is een groep volgens een der formules II:



(II)

8901880.

2. Polymeer volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het polymeer omvat:
- a. 0,01 -10 mol.% van de triazine eenheid volgens formule (I);
 - b. 20-70 mol.% van een -Z-Ar-Y-eenheid;
 - 5 c. 5 -40 mol.% van een -Z-Ar-Z-eenheid;
 - d. 5 -40 mol.% van een -Y-Ar-Y-eenheid;
 - e. 0 -30 mol.% van een -R₅-Ar-R₄-eenheid;
- 10 waarbij: Ar = tenminste één fenylgroep, Z = -O-, Y = $\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$, R₅ = -NR₆- of -O-, en R₄ = -NR₆-,
 waarbij R₆ een waterstof-atoom is.
3. Polymeer volgens een der conclusies 1-2, met het kenmerk, dat de triazine eenheid acetoguanamine en/of benzoguanamine is.
4. Polymeer volgens een der conclusies 1-2, met het kenmerk, dat de
 15 triazine eenheid verkregen is uit melamine en ftaalzuuranhydride en/of barnsteenzuur-anhydride.
5. Polymeer volgens een der conclusies 1-4, met het kenmerk, dat de triazine eenheid aanwezig is in hoeveelheden van 0,01-7,5 mol.%.
6. Polymeer volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat component (b)
 20 tenminste een p-oxybenzoyl-groep bevat.
7. Polymeer volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat component (c) tenminste een p,p'-bifenoxy-groep bevat.
8. Polymeer volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat component (d) tenminste een tereftaloyl- en/of isoftaloyl-groep bevat.

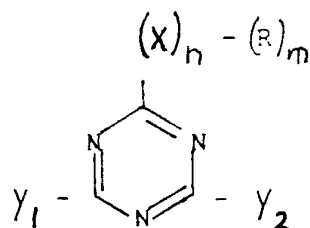
8901880.

9. Voorwerp, geheel of gedeeltelijk vanuit de smelt vervaardigd uit het polymeer volgens een der conclusies 1-8.
10. Vezel, geheel of gedeeltelijk vervaardigd uit het polymeer volgens een der conclusies 1-8.
- 5 11. Folie, geheel of gedeeltelijk vervaardigd uit het polymeer volgens een der conclusies 1-8.
12. Polymeer geheel of gedeeltelijk vervaardigd zoals beschreven in een der voorbeelden.
- 10 13. 2,4 diamino-6-succinimino-1,3,5-triazine als beschreven in de voorbeelden en voor het gebruik als monomeer in het polymeer volgens conclusie 1.

8901880.

UITTREKSEL

De uitvinding heeft betrekking op een aromatische polymeer, die vanuit de smelt verwerkbaar zijn en anistroop gedrag vertonen, waarbij het polymeer een triazine eenheid volgens formule I bevat:



(I)

waarbij Y₁ en Y₂ gelijk of verschillend zijn en een (alkyl)carboxy-, een (alkyl)hydroxy-, of een aminogroep omvat,

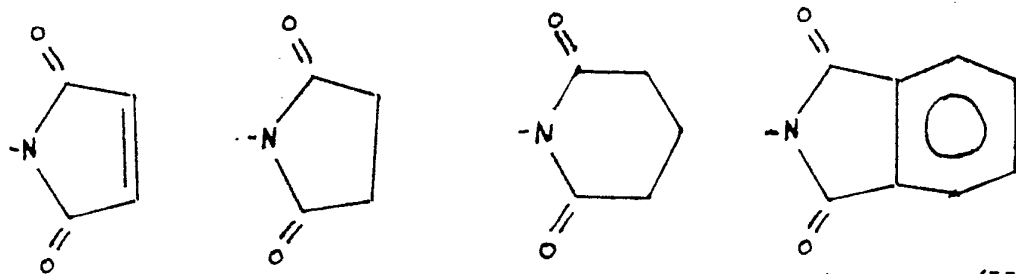
waarbij R is waterstof, alkylradicaal met 1-4 C-atomen, cycloalkylradicaal met 3-6 C-atomen, allylradicaal, arylradicaal of halogeen, en

m = 1 of 2;

n = 0 of 1, wanneer n = 1

dan: X is -O-, -SO₂-, of -N=;

of X (R) is een groep volgens een der formules II:



(II)

Het polymeer volgens de uitvinding bezit naast een goede thermische schokbestendigheid, uitstekende mechanische eigenschappen en zal voornamelijk in de elektrotechnische en vliegtuigindustrie worden toegepast.