



(12) **Oversettelse av
europeisk patentskrift**

(11) **NO/EP 2493968 B1**

NORGE

(19) NO
(51) Int Cl.
C08K 3/08 (2006.01)

Patentstyret

- | | | |
|------|---|---|
| (21) | Oversettelse publisert | 2015.05.11 |
| (80) | Dato for Den Europeiske Patentmyndighets publisering av det meddelte patentet | 2014.12.10 |
| (86) | Europeisk søknadsnr | 10765464.2 |
| (86) | Europeisk innleveringsdag | 2010.10.18 |
| (87) | Den europeiske søknadens Publiseringsdato | 2012.09.05 |
| (30) | Prioritet | 2009.10.27, EP, 09174173
2010.05.17, EP, 10162960 |
| (84) | Utpekte stater | AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR |
| (73) | Innehaver | BASF SE, , 67056 Ludwigshafen, DE-Tyskland |
| (72) | Oppfinner | PRUSTY, Manoranjan, Karl-Mathy-Straße 5, 68167 Mannheim, DE-Tyskland
BAUMERT, Martin, Jahnstr.35, 69221 Dossenheim, DE-Tyskland
WILMS, Axel, Vierlingstr. 23, 67227 Frankenthal, DE-Tyskland
DESBOIS, Philippe, Edistr.22, 68535 Edingen-Neckarhausen, DE-Tyskland
TRAUT, Alexander, Panoramastrasse 31, 69198 Schriesheim, DE-Tyskland
LIPPERT, Gerald, Rheingoldstr. 8A, 68623 Lampertheim, DE-Tyskland
KURIKOV, Jordan, G 7, 4F, 68159 Mannheim, DE-Tyskland |
| (74) | Fullmektig | Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge |

-
- | | | |
|------|-----------------------|---|
| (54) | Benevnelse | Varmealdringsbestandige polyamider |
| (56) | Anførte publikasjoner | EP-A1- 1 369 447
EP-A1- 1 498 445
EP-A1- 1 681 313
WO-A2-2008/080869
WO-A2-2009/077492
US-A- 5 843 329 |

Varmealdringsbestandige polyamider

Beskrivelse

Oppfinnelsen omhandler termoplastiske formmasser, som inneholder

A) 10 til 99,999 vekt-% av et polyamid

5 B) 0,001 til 20 vekt-% jernpulver med en partikkelstørrelse på maksimalt 10 μm (d_{50} -verdi), som kan oppnås ved termisk nedbrytning av jernpentakarbonyl,

C) 0 til 70 vekt-% av ytterligere tilsatsstoffer,

hvor summen av vektprosentene av komponentene A) til C) resulterer i 100 %.

10 Dessuten omhandler oppfinnelsen anvendelsen av formmassene ifølge oppfinnelsen for fremstillingen av fibere, folier og formlegemer av enhver type, samt formlegemene som kan oppnås ved dette.

Termoplastiske polyamider så som PA6 og PA66 blir hyppig anvendt i form av glassfiberforsterkede formmasser som konstruksjonsmaterialer for elementer, som i løpet av sin levetid blir utsatt for forhøyede temperaturer, der det kommer til termooksidative skadevirkninger. Ved tilsats av kjente varmestabilisatorer kan forekomsten av den termooksidative skadevirkningen riktignok bli utsatt men ikke bli varig forhindret, noe som ytrer seg f.eks. i et fall av de mekaniske karakteristiske størrelser. Forbedringen av varmealdringsbestandigheten (WAB) til polyamider er i høy grad ønskelig, siden det derved kan bli nådd lengre levetider for termisk belastede elementer, eller deres sviktrisiko kan bli senket. Alternativt kan en forbedret WAB også muliggjøre anvendelsen av elementene ved høyere temperaturer.

Anvendelsen av elementært jernpulver i polyamider er kjent fra DE-A 26 02 449, JP-A 09/221590, JP-A 2000/86889 (i hvert tilfelle som fyllstoff), JP-A 2000/256 123 (som dekortilsats) samt WO 2006/074912 og WO 2005/007727 (stabilisatorer).

25 Fra EP-A 1 846 506 er det kjent en kombinasjon av Cu-holdige stabilisatorer med jernoksider for polyamider.

Varmealdringsbestandigheten er fremdeles utilstrekkelig i de kjente formmassene, særlig over lengre tidsrom med termisk belastning.

30 Overflaten av formlegemene trenger å forbedres, siden det ved varmealdringen danner seg porøse steder samt at det skjer bobledannelse.

I den yngre EP-søknaden med løpenummer: 08171803.3 blir det foreslått kombinasjoner av polyetyleniminier med jernpulver for forbedringen av WAB-en.

Foreliggende oppfinnelse lå derfor den oppgave til grunn, å tilveiebringe termoplastiske polyamidformmasser, som oppviser en forbedret WAB og en god overflate etter varmealdring samt mekanikk. Bearbeidelsen ved hjelp av sveiseprosess skal bli forbedret, særlig for vibrasjonssveise- og lasersveiseprosessen.

Ifølge dette ble formmassene definert innledningsvis funnet. Foretrukne utførelsesformer kan tas dra underkravene.

Som komponent A) inneholder formmassene ifølge oppfinnelsen 10 til 99,999, fortrinnsvis 20 til 98 og særlig 25 til 94 vekt-% av minst ett polyamid.

Polyamidene i formmassene ifølge oppfinnelsen oppviser generelt et viskositetstall fra 90 til 350, fortrinnsvis 110 til 240 ml/g, bestemt i en 0,5 vekt-% løsning i 96 vekt-% svovelsyre ved 25 °C ifølge ISO 307.

Halvkrystallinske eller amorfe harpikser med en molekylvekt (vektmiddelverdi) på minst 5.000, slik de er beskrevet f.eks. i de amerikanske patentdokumenter 2 071 250, 2 071 251, 2 130 523, 2 130 948, 2 241 322, 2 312 966, 2 512 606 og 3 393 210, er foretrukket.

Eksempler på dette er polyamider som avledes fra laktamer med 7 til 13 ringmedlemmer, så som polykaprolaktam, polykapryllaktam og polylaurinlaktam samt polyamider, som blir oppnådd ved omsetning av dikarboksylsyrer med diaminer.

Som dikarboksylsyrer kan det anvendes alkandikarboksylsyrer med 6 til 12, særlig 6 til 10 karbonatomer og aromatiske dikarboksylsyrer. Her er det bare nevnt adipinsyre, azelainsyre, sebacinsyre, dodekandisyre og tereftal- og/eller isoftalsyre som syrer.

Som diaminer er det særlig egnet med alkandiaminer med 6 til 12, særlig 6 til 8 karbonatomer samt m-xylylendiamin (f.eks. Ultramid® X17 fra BASF SE, et 1:1 molart forhold av MXDA med adipinsyre), di-(4-aminofenyl)metan, di-(4-amino-cykloheksyl)-metan, 2,2-di-(4-aminofenyl)-propan, 2,2-di-(4-aminocykloheksyl)-propan eller 1,5-diamino-2-metyl-pentan.

Foretrukne polyamider er polyheksametylenadipinsyreamid, polyheksametylensebacinsyreamid og polykaprolaktam samt kopolyamid 6/66, særlig med en andel på 5 til 95 vekt-% av kaprolaktam-enheter (f.eks. Ultramid®C31 fra BASF SE).

Ytterligere egnede polyamider er oppnåelige fra ω -aminoalkylnitriler så som for eksempel aminokapronitril (PA 6) og adipodinitril med heksametylendiamin (PA 66) ved sk. direkte polymerisasjon i nærvær av vann, så som for eksempel beskrevet i DE-A 10313681, EP-A 1198491 og EP 922065.

Dessuten er det også nevnt polyamider, som f.eks. kan oppnås ved kondensasjon av 1,4-diaminobutan med adipinsyre under forhøyet temperatur (polyamid 4,6). Fremgangsmåter for fremstilling av polyamider med denne strukturen er f.eks. beskrevet i EP-A 38 094, EP-A 38 582 og EP-A 39 524.

Dessuten er det egnet med polyamider, som kan oppnås ved kopolymerisering av to eller flere av de tidligere nevnte monomerene, eller blandinger av flere polyamider, hvori blandingsforholdet er vilkårlig. Spesielt foretrukket er blandinger av polyamid 66 med andre polyamider, særlig kopolyamid 6/66.

Dessuten har det vist seg spesielt fordelaktig med slike delaromatiske kopolyamider som PA 6/6T og PA 66/6T, som har triamininnhold på mindre enn 0,5, fortrinnsvis mindre enn 0,3 vekt-% (se EP-A 299 444). Ytterligere høytemperaturbestandige polyamider er kjent fra EP-A 19 94 075 (PA 6T/6I/MXD6).

5 Fremstillingen av de foretrukne delaromatiske kopolyamidene med lavt triamininnhold kan skje ifølge fremgangsmåtene beskrevet i EP-A 129 195 og 129 196.

Den etterfølgende ikke avsluttende oppstillingen inneholder de nevnte, samt ytterligere polyamider A) innen betydningen av oppfinnelsen og de inneholdte monomere-

10 AB-polymerer:

PA 4 pyrrolidon
PA 6 ϵ -kaprolaktam
PA 7 etanolaktam
PA 8 kapryllaktam

15 PA 9 9-aminopelargonsyre
PA 11 11-aminoundekansyre
PA 12 laurinlaktam

AA/BB-polymere

PA 46 tetrametylendiamin, adipinsyre
20 PA 66 heksametylendiamin, adipinsyre
PA 69 heksametylendiamin, azelainsyre
PA 610 heksametylendiamin, sebacinsyre
PA 612 heksametylendiamin, dekandikarboksylsyre
PA 613 heksametylendiamin, undekandikarboksylsyre
25 PA 1212 1,12-dodekandiamin, dekandikarboksylsyre
PA 1313 1,13-diaminotridekan, undekandikarboksylsyre
PA 6T heksametylendiamin, tereftalsyre
PA 9T 1,9-nonandiamin, tereftalsyre
PA MXD6 m-xylylendiamin, adipinsyre

30 AA/BB-polymerer

PA 6I heksametylendiamin, isoftalsyre
PA 6-3-T trimetylheksametylendiamin, tereftalsyre
PA 6/6T (se PA 6 og PA 6T)
PA 6/66 (se PA 6 og PA 66)
35 PA 6/12 (se PA 6 og PA 12)
PA 66/6/610 (se PA 66, PA 6 og PA 610)
PA 6I/6T (se PA 61 og PA 6T)
PA PACM 12 diaminodicykloheksylmetan, laurinlaktam

PA 6I/6T/PACM som PA 6I/6T + diaminodicykloheksylmetan

PA 12/MACMI laurinlaktam, dimetyl-diaminodicykloheksylmetan, isoftalsyre

PA 12/MACMT laurinlaktam, dimetyl-diaminodicykloheksylmetan, tereftalsyre

PA PDA-T fenyldiamin, tereftalsyre

5 Som komponent B) inneholder formmassene ifølge oppfinnelsen 0,001 til 20, fortrinnsvis 0,05 til 10 og særlig 0,1 til 5 vekt-% jernpulver med en partikkelstørrelse (også betegnet som partikkelstørrelse) på maksimalt 10 μm (d_{50} -verdi), som kan oppnås ved termisk nedbrytning av jernpentakarbonyl.

Jern forekommer i flere allotrope modifikasjoner:

- 10 1. α -Fe (ferritt) danner romsentrerte terninggitter, er magnetiserbar, løser lite karbon, forekommer i rent jern til 928 °C. Ved 770 °C (Curie-temperatur) taper det sine ferromagnetiske egenskaper og blir paramagnetisk; jern i temperaturområdet fra 770 til 928 °C blir også betegnet som β -Fe. Ved vanlig temperatur og et trykk på minst 13000 MPa går α -Fe over i sk. ϵ -Fe under en vol.-reduksjon på ca. 0,20 cm^3/mol , hvori tettheten økes fra 7,85 til 9,1 (ved 20000 MPa).
- 15 2. γ -Fe (austenitt) danner flatesentrerte terninggitter, er umagnetisk, løser mye karbon og blir bare observert i temperaturområdet fra 928 til 1398 °C.
3. δ -Fe, romsentrert, eksisterer mellom 1398 °C og smeltepunktet 1539 °C.

20 Metallisk jern er generelt sølvhvitt, med en tetthet på 7,874 (tungmetall), smeltepunkt 1539 °C, kokepunkt 2880 °C; spesifikk varme (mellom 18 og 100 °C) omkring 0,5 $\text{g}^{-1} \text{K}^{-1}$, strekkstyrke 220 til 280 N/mm². Verdiene gjelder for det kjemisk rene jernet. I stor skala blir jern fremstilt ved smelting av jernmalm, jernslag, brent malm, giktstøv og ved omsmelting av skrot og legering.

25 Jernpulveret ifølge oppfinnelsen blir fremstilt ved termisk nedbrytning av jernpentakarbonyl, fortrinnsvis ved temperaturer fra 150 °C til 350 °C. Partiklene som kan oppnås ved dette (partikler) har en fortrinnsvis sfærisk form, dvs. kuleformet eller nærmest kuleformet form (også betegnet som sfærolittisk).

30 Foretrukket jernpulver oppviser en partikkelstørrelsesfordeling (partikkelstørrelsesfordeling) som beskrevet i det etterfølgende, hvori partikkelstørrelsesfordelingen blir bestemt ved hjelp av laserbrytning i en høyt fortynnet vandig suspensjon (f.eks. med Beckmann LS13320 apparat). Eventuelt kan den etterfølgende beskrive partikkelstørrelsen (og fordelingen) bli innstilt ved maling eller/og sikting.

35 Herved betyr d_{xx} = at XX % av totalvolumet av partiklene er mindre enn verdien.

d_{50} -verdier: max. 10 μm , fortrinnsvis 1,6 til 8, særlig 2,9 til 7,5 μm , helt spesielt 3,4 til 5,2 μm

d_{10} -verdier: fortrinnsvis 1 til 5 μm , særlig 1 til 3 og helt spesielt 1,4 til 2,7 μm

d_{90} -verdier: fortrinnsvis 3 til 35 μm , særlig 3 til 12 og helt spesielt 6,4 til 9,2 μm .

Foretrukket oppviser komponenten B) et jerninnhold på 97 til 99,8 g/100 g, fortrinnsvis på 97,5 til 99,6 g/100 g. Innholdet av ytterligere metaller er fortrinnsvis under 1000 ppm, særlig under 100 ppm og helt spesielt under 10 ppm.

5 Fe-innholdet blir vanligvis bestemt ved infrarød spektroskopi.

C-innholdet er fortrinnsvis 0,01 til 1,2, fortrinnsvis 0,05 til 1,1 g/100 g og særlig 0,4 til 1,1 g/100 g. Dette C-innholdet tilsvarer ved de foretrukne jernpulverne slike, som ikke blir redusert med hydrogen i tilknytning til den termiske nedbrytningen. C-innholdet blir vanligvis bestemt ved forbrenning av prøvemengden i oksygenstrømmen og påfølgende IR deteksjon av den oppståtte CO_2 -gassen (ved hjelp av Leco CS230 eller CS-mat 6250 fra Firma Juwe) analogt med ASTM E1019.

15 Nitrogeninnholdet er fortrinnsvis max. 1,5 g/100 g, foretrukket fra 0,01 til 1,2 g/100 g. Oksygeninnholdet er fortrinnsvis max. 1,3 g/100 g, foretrukket 0,3 til 0,65 g/100 g. Bestemmelsene av N og O skjer ved oppvarming av prøven i grafittovnen til ca. 2100 °C. Oksygenet i prøven oppnådd herved blir omsatt til CO og målt over en IR-detektor. N som under reaksjonsbetingelsene frigis fra de N-holdige forbindelsene blir ført ut med bærer-gassen og detektert og registrert ved hjelp av WLD (Thermal Conductivity Detector/TC) (begge metoder analogt med ASTM E1019).

20 Dunketettheten (tap density) er fortrinnsvis 2,5 til 5 g/cm³, særlig 2,7 til 4,4 g/cm³. Med dette blir det generelt forstått tettheten, når pulveret f.eks. blir fylt og ristet i beholderen, for å oppnå en kompaktering.

Ytterligere foretrukne jernpulver kan være overflatemessig belagt med jernfosfat, jernfosfitt eller SiO_2 .

25 BET-overflaten ifølge DIN ISO 9277 er fortrinnsvis fra 0,1 til 10 m²/g, særlig 0,1 til 5 m²/g, foretrukket 0,2 til 1 m²/g og særlig 0,4 til 1 m²/g.

For å oppnå en spesielt god fordeling av jernpartiklene, kan man anvende en sats med en polymer. Polymerer så som polyolefiner, polyestere eller polyamider er egnet for dette, hvori fortrinnsvis satspolymeren er lik komponenten A). Masseandelen av jernet i polymeren er som regel 15 til 80, fortrinnsvis 20 til 40 masse-%.

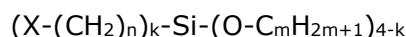
30 Som komponent C) kan formmassene ifølge oppfinnelsen inneholde inntil 70, fortrinnsvis inntil 50 vekt-% av ytterligere tilsatsstoffer.

Som fiber- eller partikkelformige fyllstoffer C1) blir det nevnt karbonfibere, glassfibere, glasskuler, amorf kiselsyre, kalsiumsilikat, kalsiummetasilikat, magnesiumkarbonat, kaolin, kritt, pulverisert kvarts, glimmer, bariumsulfat og feltspat, som 35 blir anvendt i mengder fra 1 til 50 vekt-%, særlig 5 til 40, fortrinnsvis 10 til 40 vekt-%.

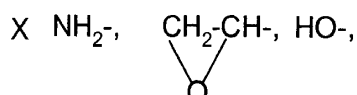
Som foretrukne fiberformige fyllstoffer blir det nevnt karbonfibere, aramid-fibere og kaliumtitanat-fibere, hvori glassfibere som E-glass er spesielt foretrukket. Disse kan bli anvendt som rovings eller snittglass i de handelsmessige formene.

De fiberformige fyllstoffene kan bli overflatemessig forbehandlet med en silanforbindelse for bedre kompatibilitet med termoplastene.

Egnede silanforbindelser er slike med den generelle formelen



hvor substituentene har følgende betydning:



n et heltall fra 2 til 10, foretrukket 3 til 4

m et heltall fra 1 til 5, foretrukket 1 til 2

k et heltall fra 1 til 3, foretrukket 1

Foretrukne silanforbindelser er aminopropyltrimetoksysilan, aminobutyltrimetoksysilan, aminopropyltrietoksysilan, aminobutyltrietoksysilan samt de tilsvarende silaner, som inneholder en glysidylgruppe som substituent X.

Silanforbindelsene blir generelt anvendt for overflatebelegging i mengder fra 0,01 til 2, fortrinnsvis 0,025 til 1,0 og særlig 0,05 til 0,5 vekt-% (med referanse til C)).

Egnet er også lange glassfibere som komponent C1) som kan bli anvendt som roving. Glassfiberene anvendt ifølge oppfinnelsen som roving oppviser en diameter fra 6 til 20 μm , foretrukket fra 10 til 18 μm , hvori tverrsnittet av glassfiberene er rundt, ovalt eller kantet. Særlig blir det ifølge oppfinnelsen anvendt E-glassfibere. Det kan imidlertid også bli anvendt alle andre glassfibertyper, så som f.eks. A-, C-, D-, M-, S-, R-glassfibere eller vilkårlige blandinger derav eller blandinger med E-glassfibere.

Foretrukket er L/D (lengde/diameter)-forholdet 100 til 4000, særlig 350 til 2000 og helt spesielt 350 til 700

Egnet er også nåleformede mineralske fyllstoffer.

Med nåleformede mineralske fyllstoffer blir det innen betydningen av oppfinnelsen forstått et mineralsk fyllstoff med sterkt utpreget nåleformet karakter. Som eksempel nevnes nåleformet wollastonitt. Fortrinnsvis oppviser mineralet et L/D-(lengde diameter)-forhold fra 8 : 1 til 35 : 1, foretrukket fra 8 : 1 til 11 : 1. Det mineralske fyllstoffet kan eventuelt være forbehandlet med de forestående nevnte silanforbindelsene; forbehandlingen er imidlertid ikke ubetinget nødvendig.

Som ytterligere fyllstoffer er det nevnt kaolin, kalsinert kaolin, wollastonitt, talkum og kritt samt ytterligere plate- eller nåleformede nanofyllstoffer foretrukket i mengder mellom 0,1 og 10 %. Foretrukket blir det for dette anvendt bøhmitt, bento-

nitt, montmorillonitt, vermicullitt, hektoritt og laponitt. For å oppnå en god kompatibilitet av de plateformede nanofyllstoffene med det organiske bindemidlet, blir de plateformede nanofyllstoffene organisk modifisert ifølge teknikkens stand. Tilsatsen av de plate- eller nåleformede nanofyllstoffene til nanokomposittene ifølge oppfinnelsen fører til en ytterligere økning av den mekaniske styrken.

Som komponent C2) kan formmassene ifølge oppfinnelsen inneholde 0,05 til 3, fortrinnsvis 0,1 til 1,5 og særlig 0,1 til 1 vekt-% av et smøremiddel.

Foretrukket er Al-, alkali-, jordalkalisalter eller estere eller amider av fettsyrer med 10 til 44 C-atomer, fortrinnsvis med 12 til 44 C-atomer.

Metallionene er fortrinnsvis jordalkali og Al, hvori Ca eller Mg er spesielt foretrukket.

Foretrukne metallsalter er Ca-stearat og Ca-montanat samt Al-stearat.

Det kan også bli anvendt blandinger av forskjellige salter, hvori blandingsforholdet er vilkårlig.

Karboksylsyrene kan være 1- eller 2-verdige. Som eksempler nevnes pelargon-syre, palmitinsyre, laurinsyre, margarinsyre, dodekandisyre, behensyre og spesielt foretrukket stearinsyre, kaprinsyre samt montansyre (blanding av fettsyrer med 30 til 40 C-atomer).

De alifatiske alkoholene kan være 1- til 4-verdige. Eksempler på alkoholer er n-butanol, n-oktanol, stearylalkohol, etylenglykol, propylenglykol, neopentylglykol, pentaerytritol, hvori glyserol og pentaerytritol er foretrukket.

De alifatiske aminene kan være 1- til 3-verdige. Eksempler på dette er stearylamin, etylendiamin, propylendiamin, heksametylendiamin, di(6-aminoheksyl)amin, hvori etylendiamin og heksametylendiamin er spesielt foretrukket. Foretrukne estere eller amider er tilsvarende glyseroldistearat, glyseroltristearat, etylendiamindistearat, glyserolmonopalmitat, glyseroltrilaurat, glyserolmonobehenat og pentaerytritoltetrastearat.

Det kan også bli anvendt blandinger av forskjellige estere eller amider eller estere med amider i kombinasjon, hvori blandingsforholdet er vilkårlig.

Som komponent C3) kan formmassene ifølge oppfinnelsen inneholde 0,05 til 3, fortrinnsvis 0,1 til 1,5 og særlig 0,1 til 1 vekt-% av en Cu-stabilisator, fortrinnsvis et Cu-(I)-halogenid, særlig i blanding med et alkalihalogenid, fortrinnsvis KJ, særlig i forholdet 1:4, eller en sterisk hindret fenol eller blandinger derav.

Som salter av det enverdige kobberet er det fortrinnsvis aktuelt med kobber(I)-acetat, kobber(I)-klorid, -bromid og -jodid. Disse er inneholdt i mengder fra 5 til 500 ppm kobber, fortrinnsvis 10 til 250 ppm, med referanse til polyamid.

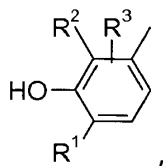
De fordelaktige egenskapene blir særlig oppnådd når kobberet foreligger i molekylær fordeling i polyamidet. Dette blir oppnådd, når man til formmassen tilsetter et

konsentrat som inneholder polyamid, et salt av det enverdige kobberet og et alkaliha-
logenid i form av en fast, homogen løsning. Et typisk konsentrat består f.eks. av 79 til
95 vekt-% polyamid og 21 til 5 vekt-% av en blanding av kobberjodid eller -bromid og
kaliumjodid. Konsentrasjonen av kobber i den faste homogene løsningen ligger foret-
rullet mellom 0,3 og 3, særlig mellom 0,5 og 2 vekt-%, med referanse til totalvekten
av løsningen og det molare forholdet av kobber(I)-jodid til kaliumjodid ligger mellom 1
og 11,5, fortrinnsvis mellom 1 og 5.

Egnede polyamider for konsentratet er homopolyamider og kopolyamid, særlig
polyamid 6 og polyamid 6.6.

Som sterisk hindrede fenoler C3) er det i prinsipp egnet med alle forbindelser
med fenolisk struktur, som ved den fenoliske ringen oppviser minst én sterisk omfat-
tende gruppe.

Fortrinnsvis er det f.eks. aktuelt med forbindelser med formelen



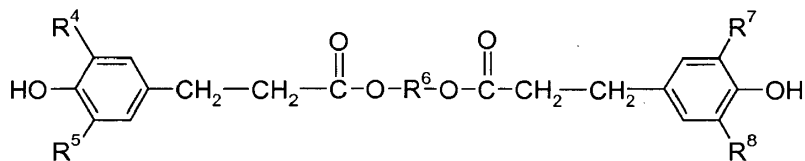
i denne betyr:

R^1 og R^2 en alkylgruppe, en substituert alkylgruppe eller en substituert triazolgruppe,
hvor restene R^1 og R^2 kan være like eller forskjellige og R^3 en alkylgruppe, en substi-
tuert alkylgruppe, en alkoksygruppe eller en substituert aminogruppe.

Antioksidanter av den nevnte typen blir for eksempel beskrevet i DE-A 27 02
661 (US-A 4 360 617).

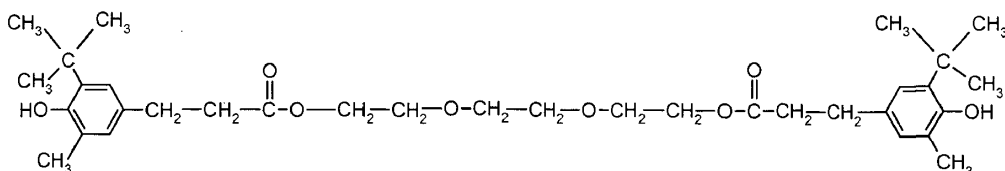
En ytterligere gruppe av foretrukne sterisk hindrede fenoler avledes fra substi-
tuerte benzenkarboksylsyrer, særlig av substituerte benzenpropionsyrer.

Spesielt foretrukne forbindelser fra denne klassen er forbindelser med formel

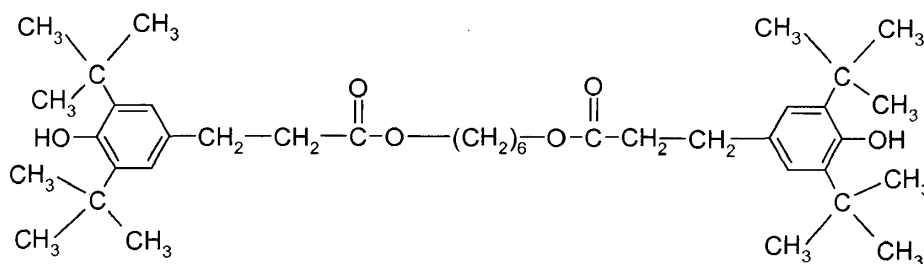


hvor R^4 , R^5 , R^7 og R^8 uavhengig av hverandre er C_1 - C_8 -alkylgrupper, som på sin side
kan være substituert (minst én derav er en sterisk omfattende gruppe) og R^6 betyr en
toverdig alifatisk rest med 1 til 10 C-atomer, som også kan oppvise C-O-bindinger i
hovedkjeden.

Foretrukne forbindelser, som tilsvarer disse formlene, er



(Irganox® 245 fra firmaet BASF SE)



(Irganox® 259 fra firmaet BASF SE)

Eksempelvis nevnt som sterisk hindrede fenoler er samlet:

- 5 2,2'-metylen-bis-(4-metyl-6-tert.-butylfenol), 1,6-heksandiol-bis[3-(3,5-di-tert.-butyl-4-hydroksyfenyl)-propionat], pentaerytrityl-tetrakis-[3-(3,5-di-tert.-butyl-4-hydroksyfenyl)-propionat], distearyl-3,5-di-tert.-butyl-4-hydroksybenzylfosfonat, 2,6,7-trioksa-1-fosfabicyklo-[2.2.2]okt-4-yl-metyl-3,5-di-tert.-butyl-4-hydroksyhydro-cinnamat, 3,5-di-tert.-butyl-4-hydroksyfenyl-3,5-distearyl-tiotriazylamin, 2-(2'-Hydroksy-3'-hydroksy-3',5'-di-tert.-butylfenyl)-5-klorbenzotriazol, 2,6-di-tert.-butyl-4-hydroksymetylfenol, 1,3,5-trimetyl-2,4,6-tris-(3,5-di-tert.-butyl-4-hydroksybenzyl)-benzen, 4,4'-metylen-bis-(2,6-di-tert.-butylfenol), 3,5-di-tert.-butyl-4-hydroksybenzyl-dimetylamin.
- 10

Som spesielt virksomt og derfor fortrinnsvis anvendt har det vist seg med 2,2'-metylen-bis-(4-metyl-6-tert.-butylfenyl), 1,6-heksandiol-bis-(3,5-di-tert.-butyl-4-hydroksyfenyl)-propionat (Irganox® 259), pentaerytrityl-tetrakis-[3-(3,5-di-tert.-butyl-4-hydroksyfenyl)-propionat] samt N,N'-heksametylen-bis-3,5-di-tert.-butyl-4-hydroksyhydrocinnamid (Irganox® 1098) og den forestående beskrevne Irganox® 245 fra firmaet Ciba Geigy, som er spesielt godt egnet.

15

20 Antioksidantene C), som kan bli anvendt enkeltvis eller som blandinger, er inneholdt i en mengde på 0,05 inntil 3 vekt-%, fortrinnsvis fra 0,1 til 1,5 vekt-%, særlig 0,1 til 1 vekt-%, med referanse til totalvekten av formmassene A) til C).

I noen tilfeller har sterisk hindrede fenoler med ikke mer enn én sterisk hindret gruppe i orto-posisjon til den fenoliske hydroksygruppen vist seg som spesielt fordelaktig; særlig ved vurderingen av fargestabiliteten ved lagring i diffust lys over lengre tidsrom.

25

Som komponent C4) kan formmassene ifølge oppfinnelsen inneholde 0,05 til 5, fortrinnsvis 0,1 til 2 og særlig 0,25 til 1,5 vekt-% av et nigrosin.

30 Blant nigrosiner forstår man generelt en gruppe av svarte eller grå, fenazin-fargestoffer beslektet med indulinene (azin-fargestoffer) i forskjellige utførelsesformer (vannløselig, fettløselig, spritløselig), som kan anvendes ved ullfarging og -trykk, ved svartfarging av silke, for fargingen av lær, skokrem, ferneris, kunststoffer, innbrenningslakk, blekk og lignende, samt som mikroskopifargestoffer.

Man utvinner nigrosinene teknisk ved oppvarming av nitrobenzen, anilin og saltsyresur anilin med metallisk jern og FeCl_3 (navn fra latinsk niger = svart).

Komponenten C4) kan bli anvendt som fri base eller som salt (f.eks. hydroklorid).

5 Ytterligere detaljer til nigrosiner kan for eksempel finnes i det elektroniske leksikonet Römpp Online, versjon 2.8, Thieme-Verlag Stuttgart, 2006, stikkord "Nigrosin".

Ytterligere vanlige tilsatsstoffer C) er for eksempel i mengder på inntil 25, fortrinnsvis inntil 20 vekt-% gummielastiske polymerer (ofte også betegnet som slagfast-modifikator, elastomerer eller gummier).

10 Helt generelt handler det derved om kopolymerer som foretrukket er bygget opp av minst to av de følgende monomerene: etylen, propylen, butadien, isobuten, isopren, kloropren, vinylacetat, styren, akrylnitril og akryl- eller metakrylsyreestere med 1 til 18 C-atomer i alkoholkomponenten.

15 Slike polymerer blir f.eks. beskrevet i Houben-Weyl, Methoden der organischen Chemie, Bd. 14/1 (Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart, 1961) sidene 392 til 406 og i monografien til C.B. Bucknall, "Toughened Plastics" (Applied Science Publishers, London, 1977).

I det følgende blir det presentert enkelte foretrukne typer av slike elastomerer.

20 Foretrukne typer av slike elastomerer er de sk. etylen-propylen (EPM) eller etylen-propylen-dien-(EPDM)-gummiene.

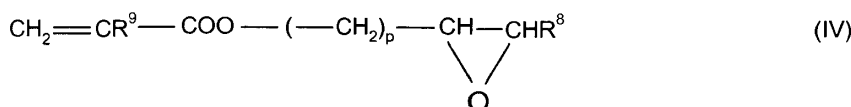
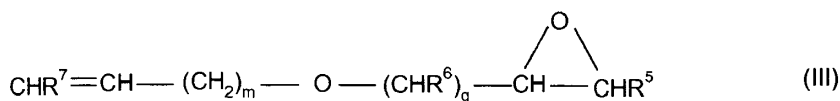
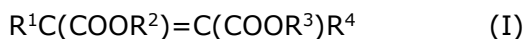
EPM-gummier har generelt praktisk talt ingen dobbeltbindinger lenger, mens EPDM-gummier kan oppvise 1 til 20 dobbeltbindinger/100 C-atomer.

Som dien-monomerer for EPDM-gummier er det for eksempel nevnt konjugerte diener så som isopren og butadien, ikke-konjugerte diener med 5 til 25 C-atomer så
 25 som penta-1,4-dien, hekso-1,4-dien, hekso-1,5-dien, 2,5-dimetylhekso-1,5-dien og okta-1,4-dien, cykliske diener så som cyklopentadien, cykloheksadien, cyklooktadien og dicyklopentadien samt alkenylnorbornener så som 5-etyliden-2-norbornen, 5-butyliden-2-norbornen, 2-metallyl-5-norbornen, 2-isopropenyl-5-norbornen og tricyklodien-er så som 3-metyl-tricyklo(5.2.1.0.2.6)-3,8-dekadien eller blandinger derav. Foret-
 30 rukkhet er hekso-1,5-dien, 5-etylidennorbornen og dicyklopentadien. Dieninnholdet i EPDM-gummiene er fortrinnsvis 0,5 til 50, særlig 1 til 8 vekt-%, med referanse til totalvekten av gummiene.

EPM- eller EPDM-gummier kan fortrinnsvis også være podet med reaktive karboksylsyrer eller deres derivater. Her er det f.eks. nevnt akrylsyre, metakrylsyre og
 35 deres derivater, f.eks. glysidyl(met)akrylat, samt maleinsyreanhydrid.

En ytterligere gruppe av foretrukne gummier er kopolymerer av etylen med akrylsyre og/eller metakrylsyre og/eller esterne av disse syrene. I tillegg kan gummiene også inneholde dikarboksylsyrer så som maleinsyre og fumarsyre eller derivater av

disse syrene, f.eks. estere og anhydrider, og/eller monomerer som inneholder epoksygrupper. Disse dikarboksytsyrederivatene eller monomerene som inneholder epoksygrupper blir fortrinnsvis bygget inn i gummien ved tilsats av monomerer som inneholder dikarboksylsyre- eller epoksygruppen med de generelle formlene I eller II eller III eller IV til monomerblandingen



hvor R^1 til R^9 representerer hydrogen eller alkylgruppen med 1 til 6 C-atomer og m er et heltall fra 0 til 20, g er et heltall fra 0 til 10 og p er et heltall fra 0 til 5.

Fortrinnsvis betyr restene R^1 til R^9 hydrogen, hvor m står for 0 eller 1 og g står for 1. De tilsvarende forbindelsene er maleinsyre, fumarsyre, maleinsyreanhydrid, allylglysidyleter og vinylglysidyleter.

Foretrukne forbindelser med formlene I, II og IV er maleinsyre, maleinsyreanhydrid og epoksygruppe-holdige estere av akrylsyren og/eller metakrylsyren, så som glysidylakrylat, glysidylmetakrylat og esterene med tertiære alkoholer, så som *t*-butylakrylat. Sistnevnte oppviser riktignok ingen frie karboksylgrupper, er imidlertid i sin opptreden nær de frie syrene og blir derfor betegnet som monomerer med latente karboksylgrupper.

Fordelaktig består kopolymerene av 50 til 98 vekt-% etylen, 0,1 til 20 vekt-% monomerer som inneholder epoksygrupper og/eller monomerer som inneholder metakrylsyre og/eller syreanhydridgrupper samt den resterende mengden av (met)akrylsyreestere.

Spesielt foretrukket er kopolymerer av
50 til 98, særlig 55 til 95 vekt-% etylen,
0,1 til 40, særlig 0,3 til 20 vekt-% glysidylakrylat og/eller glysidylmetakrylat,
(met)akrylsyre og/eller maleinsyreanhydrid, og
1 til 45, særlig 5 til 40 vekt-% *n*-butylakrylat og/eller 2-etylheksylakrylat.

Ytterligere foretrukne estere av akryl- og/eller metakrylsyren er metyl-, etyl-, propyl- og *i*- eller *t*-butylestere.

Ved siden av disse kan også vinylestere og vinyletere bli anvendt som komonomerer.

De forestående beskrevne etylenkopolymerene kan bli fremstilt ifølge fremgangsmåter kjente i seg selv, fortrinnsvis ved statistisk kopolymerisering under høyt trykk og forhøyet temperatur. Tilsvarende fremgangsmåter er generelt kjent.

Foretrukne elastomerer er også emulsjonspolymerer, fremstillingen av disse er beskrevet f.eks. ved Blackley i monografien "Emulsion Polymerization". De anvendbare emulgatorene og katalysatorene er kjent i seg selv.

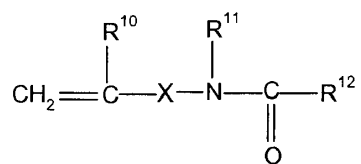
I prinsipp kan det bli anvendt homogent oppbygde elastomerer eller også slike med en skalloppbygning. Den skallaktige oppbygningen blir bestemt ved rekkefølgen for tilsetning av de enkelte monomerene; også morfologien til polymerene blir påvirket av denne rekkefølgen for tilsetning.

Bare eksempelvis blir det her som monomerer for fremstillingen av gummidelen av elastomerene nevnt akrylater så som f.eks. n-butylakrylat og 2-etylheksylakrylat, tilsvarende metakrylater, butadien og isopren samt blandinger derav. Disse monomerene kan bli kopolymerisert med ytterligere monomerer så som f.eks. styren, akrylnitril, vinyletere og ytterligere akrylater eller metakrylater så som metylmetakrylat, metylakrylat, etylakrylat og propylakrylat.

Myk- eller gummifasen (med en glassovergangstemperatur på under 0 °C) av elastomerene kan representere kjernen, det ytre hylsteret eller et midtre skall (ved elastomerer med mer enn to-skalls oppbygning); ved flerskallselastomerer kan også flere skall bestå av en gummifase.

Hvis det ved siden av gummifasen også er én eller flere harde komponenter (med glassovergangstemperaturer på mer enn 20 °C) delaktig ved oppbygningen av elastomeren, så blir disse generelt fremstilt ved polymerisering av styren, akrylnitril, metakrylnitril, α -metylstyren, p-metylstyren, akrylsyreestere og metakrylsyreestere så som metylakrylat, etylakrylat og metylmetakrylat som hovedmonomerer. Ved siden av dette kan det også her bli anvendt mindre andeler av ytterligere komonomerer.

I enkelte tilfeller har det vist seg som fordelaktig å anvende emulsjonspolymerer, som på overflaten oppviser reaktive grupper. Slike grupper er f.eks. epoksy-, karboksyl-, latente karboksyl-, amino- eller amidgrupper samt funksjonelle grupper, som kan bli innført med samtidig anvendelse av monomerer med den generelle formelen

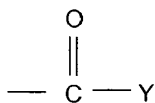


hvor substituentene kan ha følgende betydning:

- R¹⁰ hydrogen eller en C₁- til C₄-alkylgruppe,
- R¹¹ hydrogen, en C₁- til C₈-alkylgruppe eller en arylgruppe, særlig fenyl,
- R¹² hydrogen, en C₁- til C₁₀-alkyl-, en C₆- til C₁₂-arylgruppe eller -OR¹³

R¹³ en C₁- til C₈-alkyl- eller C₆- til C₁₂-arylgruppe, som eventuelt kan være substi-
tuert med O- eller N-holdige grupper,

X en kjemisk binding, en C₁- til C₁₀-alkylen- eller C₆-C₁₂-arylengruppe eller



5 Y O-Z eller NH-Z og

Z en C₁- til C₁₀-alkylen- eller C₆- til C₁₂-arylengruppe.

Også podemonomerene beskrevet i EP-A 208 187 er egnet for innføringen av
reaktiver grupper på overflaten.

Som ytterligere eksempler blir det også nevnt akrylamid, metakrylamid og
10 substituerte estere av akrylsyre eller metakrylsyre så som (N-t-butylamino)-etylme-
takrylat, (N,N-dimetylamino)etylakrylat, (N,N-dimetylamino)-metylakrylat og (N,N-
dietylamino)etylakrylat.

Dessuten kan partiklene i gummifasen også være kryssbundet. Monomerer som
virker som kryssbinder er for eksempel buta-1,3-dien, divinylbenzen, diallylftalat og
15 dihydrodicyklopentadienylakrylat samt forbindelsene beskrevet i EP-A 50 265.

Videre kan også såkalte podekryssbindende monomerer (graft-linking mono-
mers) bli anvendt, dvs. monomerer med to eller flere polymeriserbare dobbeltbin-
dinger, som ved polymeriseringen reagerer med forskjellige hastigheter. Fortrinnsvis
blir det anvendt slike forbindelser, hvor minst én reaktiv gruppe polymeriserer med
20 omkring samme hastighet som de øvrige monomerene, mens den andre reaktive
gruppen (eller reaktive gruppene) f.eks. polymeriserer betydelig langsommere. De for-
skjellige polymeriseringshastighetene bringer med seg en bestemt andel av umettede
dobbeltbindinger inn i gummien. Blir det deretter podet en ytterligere fase på en slik
gummi, så reagerer dobbeltbindingene som foreligger i gummien i det minste delvis
25 med podemonomeren under dannelse av kjemiske bindinger, dvs. den påpodede fasen
blir i det minste delvis knyttet sammen med podegrunnet over kjemiske bindinger.

Eksempler på slike podekryssbindende monomerer er monomerer som innehol-
der allylgrupper, særlig allylestere av etylenisk umettede karboksylsyrer så som allyl-
akrylat, allylmetakrylat, diallylmaleat, diallylfumarat, diallylitaconat eller de tilsva-
30 rende monoallylforbindelser av disse dikarboksylsyrene. Ved siden av dette finnes et
mangfold av ytterligere egnede podekryssbindende monomerer; for nærmere detaljer
henvises det her for eksempel til US-PS 4 148 846.

Generelt er andelen av disse kryssbindende monomerene til den slagfast modi-
fiserende polymeren inntil 5 vekt-%, fortrinnsvis ikke mer enn 3 vekt-%, med refe-
35 ranse til den slagfast modifierende polymeren.

Etterfølgende er det oppført enkelte foretrukne emulsjonspolymerer. Først skal en her nevne podemonomerer med en kjerne og minst ett ytre skall, som har følgende oppbygning:

Type	Monomerer for kjernen	Monomerer for hylsteret
I	Buta-1,3-dien, isopren, n-butylakrylat, etylheksylakrylat eller blandinger derav	styren, akrylnitril, metylmetakrylat
II	som I men med samtidig anvendelse av kryssbindere	som I
III	som I eller II	n-butylakrylat, etylakrylat, metylakrylat, buta-1,3-dien, isopren, etylheksylakrylat
IV	som I eller II	som I eller III men med samtidig anvendelse av monomerer med reaktive grupper som beskrevet heri
V	styren, akrylnitril, metylmetakrylat eller blandinger derav	første hylster av monomerer som beskrevet under I og II for kjernen andre hylster som beskrevet under I eller IV for hylsteret

5 Istedenfor podepolymerer med en flerskallsoppbygning kan også homogene, dvs. enskalls elastomerer av buta-1,3-dien, isopren og n-butylakrylat eller deres kopolymerer bli anvendt. Også disse produktene kan bli fremstilt med samtidig anvendelse av kryssbindende monomerer eller monomerer med reaktive grupper.

Eksempler på foretrukne emulsjonspolymerer er n-butylakrylat/(met)akrylsyre-
10 kopolymerer, n-butylakrylat/glysidylakrylat- eller n-butylakrylat/glysidylmetakrylat-kopolymerer, podepolymerer med en indre kjerne av n-butylakrylat eller på butadienbasis og et ytre hylster av de forestående nevnte kopolymerene og kopolymerer av etylen med komonomerer, som leverer reaktive grupper.

De beskrevne elastomerene kan også bli fremstilt ifølge andre vanlige fremgangsmåter, f.eks. ved suspensjonspolymerisering.
15

Silikongummier, så som beskrevet i DE-A 37 25 576, EP-A 235 690, DE-A 38 00 603 og der EP-A 319 290, er likeledes foretrukket.

Selvfølgelig kan også bli anvendt blandinger av de forestående oppførte gummitypene.

20 Som komponent C) kan de termoplastiske formmassene ifølge oppfinnelsen inneholde vanlige bearbeidelseshjelpemidler så som stabilisatorer, oksidasjonshemmere,

midler mot varmenedbrytning og nedbrytning ved ultrafiolett lys, glide- og formslipp-middel, fargemidler så som fargestoffer og pigmenter, kimdannelsesmiddel, mykgjør-
rer, osv.

5 Som eksempler på oksidasjonshemmere og varmestabilisatorer blir det nevnt
sterisk hindrede fenoler og/eller fosfitter og aminer (f.eks. TAD), hydrokinoner, aro-
matiske sekundære aminer så som difenylaminer, forskjellige substituerte represen-
tanter fra denne gruppen og blandinger derav i konsentrasjoner på inntil 1 vekt-%,
med referanse til vekten av de termoplastiske formmassene.

10 Som UV-stabilisatorer, som generelt blir anvendt i mengder på inntil 2 vekt-%,
med referanse til formmassen, blir det nevnt forskjellige substituerte resorcinoler, sali-
cylater, benzotriazoler og benzofenoner.

Det kan bli tilsatt uorganiske pigmenter som fargemiddel, så som titandioksid,
ultramarinblått, jernoksid og sot, dessuten organiske pigmenter, så som ftalocyaniner,
chinacridoner, perylener samt fargestoffer, så som antrakiner.

15 Som kimdannelsesmiddel kan det bli anvendt natriumfenylfosfinat, aluminium-
oksid, silisiumdioksid samt foretrukket talkum.

De termoplastiske formmassene ifølge oppfinnelsen kan bli fremstilt ifølge
fremgangsmåter kjent i seg selv, hvor man blander utgangskomponentene i vanlige
blandeinnretninger så som skrueekstrudere, Brabender-møller eller Banbury-møller og
20 deretter ekstruderer. Etter ekstrusjonen kan ekstrudatet bli avkjølt og findelt. Det kan
også bli forblandet enkelte komponenter og så blir de resterende utgangsstoffene til-
satt enkeltvis og/eller likeledes blandet. Blandetemperaturene ligger som regel ved
230 til 320 °C.

Ifølge en ytterligere foretrukken arbeidsmåte kan komponentene B) samt eventuelt C)
25 bli blandet med en prepolymer, konfeksjonert og granulert. Det oppnådde granulatet
blir deretter kondensert til fast fase under inertgass kontinuerlig eller diskontinuerlig
ved en temperatur under smeltepunktet for komponenten A) til den ønskede viskosite-
ten.

Polyamidformmassene ifølge oppfinnelsen forsterket med lange glassfibere kan
30 bli fremstilt ved de kjente fremgangsmåtene for fremstillingen av granulat av små sta-
ver forsterket med lange glassfibere, særlig ved pultrusjonsprosessen, hvor den ende-
løse fiberstrengen (roving) som blir fullstendig gjennomfuktet med polymersmelten og
påfølgende avkjølt og kuttet. Granulatet av små staver forsterket med lange fibere
oppnådd på denne måten, som foretrukket oppviser en granulatlengde på 3 til 25 mm,
35 særlig på 5 til 14 mm, kan bli videre bearbeidet med de vanlige bearbeidelsesprosess-
ene (så som f.eks. sprøytstøping, pressing) til formdeler.

Det foretrukne L/D-forholdet for granulatet er etter pultrusjon 2 til 8, særlig 3
til 4,5.

Spesielt gode egenskaper kan bli oppnådd for formdelen med skånende bearbeidelsesprosesser. I denne sammenhengen betyr skånende fremfor alt, at et overdrevent fiberbrudd og den sterke reduksjonen av fiberlengde som går sammen med dette blir i stor grad unngått. Ved sprøytestøpingen betyr dette at det foretrukket blir
 5 anvendt skruer med stor diameter og lavt kompresjonsforhold, særlig mindre enn 2, og generøst dimensjonerte dyser- og matekanaler. Utfyllende må det derfor bli sørget for, at granulatene av små staver raskt smelter ved hjelp av høye sylindertemperaturer (kontaktoppvarming) og fibrene ikke blir for sterkt findelt ved overdreven skjærbelastning. Ved å ta hensyn til disse tiltakene blir det ifølge oppfinnelsen oppnådd form-
 10 deler, som i middel oppviser en høyere fiberlengde enn sammenlignbare formdeler fremstilt av formmasser forsterket med korte fibere. Herved blir det oppnådd en ytterligere forbedring av egenskapene, særlig ved strekk, E-Modul, rivestyrken og kjervslagfasthet.

Etter formdelbearbeidelsen f.eks. ved sprøytestøping er fiberlengden vanligvis
 15 0,5 til 10 mm, særlig 1 til 3 mm.

De termoplastiske formmassene ifølge oppfinnelsen utmerker seg ved en god bearbeidbarhet, særlig ved sveiseprosesser så som vibrasjonssveising eller lasersveising, ved samtidig god mekanikk, samt en betydelig forbedret bindefugestyrke og overflate samt termisk stabilitet.

Disse egner seg for fremstillingen av fibere, folier og formlegemer av enhver type. Etterfølgende er det nevnt enkelte eksempler: sylinderrhodehetter, motorsykkel-
 20 deksler, innsugingsrør, ladeluftkjølerhetter, pluggkontakter, tannhjul, kjøleviftehjul, kjølevanntanker.

I E/E-område kan det med flytforbedrede polyamider bli fremstilt stikkontakter, stikkkontaktdeler, pluggkontakter, membranbrytere, mønsterkortelementer, mikro-
 25 elektroniske elementer, spoler, 1/0 pluggkontakter, stikkontakter for mønsterkort (PCB), stikkontakter for fleksible mønsterkort (FPC), stikkontakter for fleksible integrerte bryterkretser (FFC), High-Speed pluggforbindelser, koplingssplinter, kopplingsplugg, apparatinntak, kabeltrekomponenter, kopplingsbærer, kopplingsbærerkomponenter, tredimensjonalt sprøytestøpte kopplingsbærere, elektriske forbindelseselementer, mekatroniske komponenter.
 30

I bilinteriør er det mulig med en anvendelse for instrumentpanel, rattstambrytere, setedeler, hodestøtter, midtkonsoller, girboks-komponenter og dørmoduler, i
 35 bileksteriøret for dørhåndtak, ytterspeilkomponenter, vinduspusserkomponenter, vindusviskerbeskyttelseshus, grill, takreling, soltakrammer, motordeksler, sylinderrhodehetter, innsugingsrør (særlig innsugingsmanifold), vinduspusser samt utvendige karosserideler.

For kjøkken- og husholdningsområdet er det mulig med anvendelsen av flytforbedrede polyamider for fremstillingen av komponenter for kjøkkenapparater, så som f.eks. frityrer, strykejern, knapper, samt anvendelsen innen hage-fritidsområdet, f.eks. komponenter for vanningsystemer eller hageapparater og dørhåndtak.

5

Eksempler

I. Undersøkelse av forskjellige jernpulver

Følgende komponenter ble anvendt:

Komponent A/1

10 Polyamid 66 med et viskositetstall VZ på 148 ml/g, målt som 0,5 vekt-% løsning i 96 vekt-% svovelsyre ved 25 °C ifølge ISO 307. (Det ble anvendt Ultramid® A27 fra BASF SE).

Komponent A/2

15 Polyamid av m-xylylendiamin og adipinsyre (1 : 1 molart forhold) med VZ = 65 ml/g (Ultramid® X17 fra BASF SE)

Komponent A/3

PA 6/66 (80 : 20) med et VZ på 176 ml/g (Ultramid® C31-01)

20

Komponent A/4

PA 6 med et VZ på 148 ml/g ifølge ISO 307 (Ultramid® B27)

Komponent B/1

25 Alle jernpulver har CAS-Nr. 7439-89-6. Bestemmelse av Fe, C, N og O -innholdet se beskrivelse s. 5 og 6.

Fe	g/100 g	min. 97,7	IR Deteksjon
C	g/100 g	max. 1,0	IRS
N	g/100 g	max. 1,0	TCD
O	g/100 g	max. 0,6	IRS

Partikkelstørrelsesfordeling: (laserbrytning med Beckmann LS13320)

d₁₀ 1,4 til 2,7 µm

30

d₅₀ 2,9 til 4,2 µm

d₉₀ 6,4 til 9,2 µm

BET-overflate 0,44 m²/g (DIN ISO 9277)

Komponent B/2

Fe	g/100 g	min. 97,8	
C	g/100 g	0,6 - 0,9	
N	g/100 g	0,6 - 0,9	
O	g/100 g	0,45 - 0,65	
Partikkelstørrelsesfordeling:			
d ₁₀	µm	max. 1,0	
d ₅₀	µm	max. 2,0	
d ₉₀	µm	max. 3,0	
Dunketetthet	g/cm ³	3,4 - 4,0	ASTM B 527 analog

BET overflate: 0,93 m²/g (DIN ISO 9277)

Komponent B/3

Fe	g/100 g	min. 99,5
C	g/100 g	max. 0,05
N	g/100 g	max. 0,01
O	g/100 g	max. 0,4
SiO ₂ belegg	mg/kg	0,08 - 0,12
Dunketetthet	g/cm ³	3,9 - 4,4
Partikkelstørrelsesfordeling:		
d ₁₀	µm	max. 3
d ₅₀	µm	max. 6
d ₉₀	µm	max. 12

5 BET-overflate: 0,32 m²/g (DIN ISO 9277)

Komponent B/4

Fe	g/100 g	min. 97,2
FePO ₄ belegg	g/100 g	ca. 0,5
C	g/100 g	max. 1,1
N	g/100 g	max. 1,2
O	g/100 g	max. 0,6
Partikkelstørrelsesfordeling:		
d ₅₀	µm	3,4 - 4,5

BET-overflate : 0,44 m²/g (DIN ISO 9277)

Komponent B/5

Fe	g/100 g	min. 88
C	g/100 g	0,4 – 0,8
O	g/100 g	max. 1,2
N	g/100 g	max. 0,2
P belegg	g/100 g	8,0 – 11,0
Partikkelstørrelsesfordeling:		
d ₁₀	µm	max. 3
d ₅₀	µm	max. 6
d ₉₀	µm	max. 18
dunketetthet	g/cm ³	2,7 – 3,3

BET-overflate: 0,89 m²/g (DIN ISO 9277)

Komponent B/6

5 Sats av 25% B/1 i polyetylen

Komponent B/7

Sats av 75% B/1 i polyetylen

10 Komponent B/1V

Shelfplus 02 2400 fra Ciba Spezialitätenchemie GmbH (20 % Fe-pulver-sats i polyetylen, d₅₀ = 30 µm)

BET-overflate ifølge DIN ISO 9277: 20 m²/g

C-innhold: 0,012 g/100 g

15

Komponent C/1

Glassfibere

Komponent C/2a

20

Kalsiumstearat

Komponent C/3

CuJ/KJ i forholdet 1:4 («20-ig» sats i PA6)

25

Komponent C/4

40 % PA6 masterbatch med Nigrosin

Komponent C/5

Na-pyrofosfat

Komponent C/6

5 NaCl

Komponent C/1V

Fe₂O₃ spes. overflate ifølge DIN 66131 (BET) 6,8 til 9,2 m²/g
(Bayoxid E8708 fra Lanxess)

10

Komponent C/2V

Fe₃O₄ BET 0,23 m²/g (Minelco Magni F50 fra Minelco GmbH)

Komponent C/7

Lupasol®	WF
M _w	25000
Prim/sek./tert. aminer	1/1,2/0,76

15

Lupasol® = innført merke fra BASF SE

Forholdet primære/sekundære/tertiære aminer ble bestemt ved hjelp av ¹³C-NMR-spektroskopi.

Formmassene ble fremstilt på en ZSK 30 ved en gjennomstrømning på 10 kg/h og ca. 260 °C flat temperaturprofil.

20

Det ble gjennomført følgende målinger:

Strekkeforsøk ifølge ISO 527, mekaniske karakteristiske verdier før og etter varmelagring ved 220 °C i omluftovnen

VZ: c = 5 g/l i 96 % svovelsyre, ifølge ISO 307

25

Fylltrykket ble bestemt som trykk på omkoplingspunktet ved sprøytetøping av sprøvestaver ifølge ISO 527.

Sammensetningene av formmassene og resultatene av målingene kan tas fra tabellene.

Tabel 1: Sammensetninger

Eks	A/1 [vekt- %]	A/2	A/3	A/4	C/2a	C/1	C/4	C/3	C/5	C/6	C/7	B/1V	B/1	B/2	B/3	B/4	B/5	C/1V	C/2V	B/6	B/7
1	67,76				0,35	30	1,9														
2	63,75				0,35	30	1,9					4,0									
3	66,76				0,35	30	1,9						1,0								
4	67,46				0,35	30	1,9	0,3													
5	63,45				0,35	30	1,9	0,3				4,0									
6	66,46				0,35	30	1,9	0,3					1,0								
7	66,96				0,35	30	1,9	0,3					0,5								
8	66,46				0,35	30	1,9	0,3						1,0							
9	66,46				0,35	30	1,9	0,3							1,0						
10	66,46				0,35	30	1,9	0,3								1,0					
11	66,35				0,35	30	1,9	0,3									1,1				
12	66,07				0,35	30	1,9	0,3										1,4			
13	66,07				0,35	30	1,9	0,3											1,4		
14	65,50				0,35	30	1,9	0,3	0,5	0,5			1,0								
15	65,96				0,35	30	1,9	0,3			0,5		1,0								
16	66,46				0,35	30	1,9	0,3			0,5		0,5								
17	56,45		10,0		0,35	30	1,9	0,3					1,0								
18	46,45		20,0		0,35	30	1,9	0,3					1,0								
19	61,46	5,0			0,35	30	1,9	0,3					1,0								
20	63,46				0,35	30	1,9	0,3												4	
21	66,12				0,35	30	1,9	0,3													1,3
22	56,45			10,0	0,35	30	1,9	0,3					1,0								
23	46,45			20,0	0,35	30	1,9	0,3					1,0								

Eksempel 5 for sammenligning WO 2005/7727 og WO 2006/74912 – Eksempler 12 og 13 for sammenligning EP 1846506

Tabell 2: Måleresultater

Eks.	Fyll-trykk	Vz	0 h	500 h	E-modul					Strekfasthet (bruddspenning)						
					750 h	1000 h	1250 h	1500 h	0 h	500 h	750 h	1000 h	1250 h	1500 h		
1	391	153,9	9686	8564	5886	2968			188	82	42	9				
2	394	155,8	9656	10680	10119	9139			185	98	86	78				
3	387	157,9	9589	10092	9477	8067			182	161	133	109				
4	407	153,0	9663	9551	7386	Sprø			191	97	55	Sprø				
5	417	144,8	9721	10764	9979	8202	7340	6090	190	94	76	76	76	71		
6	369	148,0	9702	10721	10656	10342	10282	9607	183	159	151	151	142	125		
7	394	149,0	9644	10689	10521	10514	10592	10119	188,5	160	151	148	149	140		
8	340	149,2	9606	10509	10384	10156	10235	9714	182	159	154	148	144	131		
9	341	142,7	9472	10528	10533	10619			180	151	147	138				
10	354	145,6	9719	10743	10386	10280			186	164	154	150				
11	321	134,2	9572	10491	10147	9871	9250	8448	175	165	153	133	119	102		
12	346	146,7	9588	10248	9666	Ikke testbar			168	137	120	Ikke testbar				
13	335	141,8	9695	10354	9934	Ikke testbar			171,5	144	129	Ikke testbar				
14	267	143,3	10148	11055	10793	9858			190,5	104	94	88				
15	267	136,2	9897	10865	10643	10726			177	132	127	109				
16	273	129,3	10767	10966	10883	10453	10979	10900	184,5	136	137	133	132	139		
17	347	138,9	9399	10497	10410	10435	10418	10611	175	163	166	125	168	173		

18	354	139,6	9392	10291	10237	10272	10225	10277	171,5	167	169	129	171	171
19	321	128,1	10009	10902	10764	10492	10117	9719	191	176	170	133	144	127
20	373	128,1	9598	10340	10280	10123	9738	9623	172	158	133	102	133	127
21	365	144,2	9749	10490	10466	10341			182,5	161	147	100		
22	314	142,2	9831	10927	10535	10774		10640	185	180	178	178		177
23	367	139,6	9665	10889	10658	10630		10792	183	179	180	183		185

	Fortælgelse ved brudd (Bruddfortælgelse)					
Eks	0 h	500 h	750 h	1000 h	1250 h	1500 h
1	3,6	1,2	1,0	0,4		
2	3,2	1,3	1,2	1,1		
3	3,3	2,2	1,8	1,7		
4	3,6	1,2	0,9	Sprø		
5	3,2	1,3	1,0	1,3	1,3	1,3
6	3,4	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6
7	3,5	2,0	1,8	1,8	1,7	1,6
8	3,3	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7
9	3,5	1,9	1,9	1,7		
10	3,3	2,1	1,9	1,9		
11	3,0	2,1	1,9	1,7	1,6	1,5
12	2,6	1,7	1,5	Ikke testbar		
13	2,7	1,8	1,6	Ikke testbar		
14	2,9	1,4	1,3	1,3		

15	2,6	1,4	1,4	1,2		
16	2,7	1,5	1,5	1,3	1,5	1,6
17	3,4	2,1	2,2	1,4	2,3	2,4
18	3,5	2,2	2,3	1,5	2,6	2,6
19	3,1	2,1	2,1	1,5	1,8	1,6
20	3,1	2,1	1,7	1,1	1,7	1,7
21	3,2	2,0	1,8	1,1		
22	3,4	2,3	2,4	2,3		2,3
23	3,6	2,3	2,5	2,7		2,6

II. PA 46 som matriks

Komponentene tilsvarte del I, imidlertid ble det som komponent A/5 anvendt PA 46 med VZ: 151 ml/g (Stanyl® fra DSM) og som komponent C/2b etylenbisstearylamid.

5 Tabell 3:

Eks. Nr	A/5 (%)	C/1 (%)	C/2b (%)	C/4 (%)	C/3 (%)	C/5 (%)	C/6 (%)	B/1V (%)	B/1 (%)
1V	64,46	30	0,34	1,9	0,3	0	0	3,0	0
1	65,75	30	0,34	1,9	0,3	0,5	0,46	0	0,75

Tabell 4: Varmealdring ved 200 °C

Eks. nr.	E-modul				
	0 h	250 h	750 h	1250 h	1500 h
1V	9800	10200	9900	9000	8800
1	10000	10500	10000	8500	7900

Eks. nr.	Strekfasthet (bruddspenning)				
	0 h	250 h	750 h	1250 h	1500 h
1V	195	169	114	82	74
1	197	178	125	89	76

Eks. nr.	Forlengelse ved brudd (bruddforlengelse)				
	0 h	250 h	750 h	1250 h	1500 h
1V	3,0	2,1	1,3	1,0	1,0
1	2,7	2,2	1,5	1,3	1,4

10

Tabell 5: Varmealdring ved 220 °C

Eks. nr.	E-modul				
	0 h	250 h	750 h	1250 h	1500 h
1V	9800	10200	9900	9800	9800
1	10000	10400	10500	10300	10500

Eks. nr.	Strekfasthet (bruddspenning)				
	0 h	250 h	750 h	1250 h	1500 h
1V	195	125	95	86	79
1	197	155	137	130	116

Eks. nr.	Forlengelse ved brudd (bruddforlengelse)				
	0 h	250 h	750 h	1250 h	1500 h
1V	3,0	1,5	1,2	1,1	1,0
1	2,7	1,8	1,6	1,4	1,3

III. Sammensetninger forsterket med lange glassfibere

Komponentene tilsvarte I., imidlertid ble det som komponent C/8 anvendt en glassfiberroving med Ø 17 µm.

5 Formmassene ble fremstilt som følger:

1) Pultrusjonsbetingelser:

Temperaturinnstilling ekstruder	285 °C
Impregneringskammer	290 °C
Forvarming av rovingen	180 °C
Avtrekkingshastighet	9 til 12 m/min
Granulatlengde	12 mm
L/D for granulatet	4

2) Glassfiber L/D etter sprøytestøping 120

Prøvelegemene anvendt for bestemmelsen av egenskapene ble oppnådd ved hjelp av sprøytestøping (innsprøytingstemperatur 280 °C, smeltetemperatur 80 °C).

Tabell 6

Eks. Nr.	A/1 (%)	A/3 (%)	C/2a (%)	C/8 (%)	C/4 (%)	C/3 (%)	B/6 (%)
1	33,45	10,0	0,35	50	1,9	0,3	4
2V	37,45	10,0	0,35	50	1,9	0,3	0
3	53,45	10,0	0,35	30	1,9	0,3	4
4V	57,45	10,0	0,35	30	1,9	0,3	0

10

Tabell 7: Varmealdring ved 200 °C

Eks. nr.	E-modul					
	0 h	500 h	1000 h	1500 h	2000 h	2500 h
1	16051	17235	16698	16835	16096	16118
2V	16425	17335	16998	16844	15160	11538
3	10274	11156	10728	10888	10294	10475
4V	10122	11472	10970	10363	8005	Ikke målt

Eks. nr.	Strekfasthet (bruddspenning)					
	0 h	500 h	1000 h	1500 h	2000 h	2500 h
1	243	212	245	208	203	192
2V	268	188	232	178	128	84
3	180	167	179	174	167	155
4V	187	176	166	115	58	Ikke målt

Eks. nr.	Forlengelse ved brudd (bruddforlengelse)					
	0 h	500 h	1000 h	1500 h	2000 h	2500 h
1	2,0	1,5	1,9	1,5	1,6	1,5
2V	2,3	1,3	1,7	1,3	1,0	0,9
3	2,0	1,8	1,9	1,9	1,9	1,8
4V	2,1	1,9	1,7	1,3	0,8	Ikke målt

Tabell 8: Varmealdring ved 220 °C

Eks. nr.	E-modul					
	0 h	500 h	1000 h	1500 h	2000 h	2500 h
1	16051	16958	17419	16142	16984	15707
2V	16425	17475	10750	836	Ikke målt	Ikke målt
3	10274	10648	11106	11001	10922	10393
4V	10122	11094	10465	5932	Ikke målt	Ikke målt

Eks. nr.	Strekfasthet (bruddspenning)					
	0 h	500 h	1000 h	1500 h	2000 h	2500 h
1	243	260	218	228	179	114
2V	268	249	53	0,9	Ikke målt	Ikke målt
3	180	179	169	170	152	112
4V	187	181	115	45	Ikke målt	Ikke målt

5

Eks. nr.	Forlengelse ved brudd (bruddforlengelse)					
	0 h	500 h	1000 h	1500 h	2000 h	2500 h
1	2,0	2,1	1,6	1,8	1,2	0,8
2V	2,3	1,9	0,6	0	Ikke målt	Ikke målt
3	2,0	1,9	1,8	1,8	1,6	1,2
4V	2,1	1,9	1,3	0,9	Ikke målt	Ikke målt

IV. Vibrasjonssveising

Det ble anvendt de samme komponentene som under I.

Tabell 9

Eks. Nr.	A/1 (%)	A/3 (%)	C/1 (%)	C/2a (%)	C/4 (%)	C/3 (%)	B/1 (%)
1V	67,45	0	30	0,35	1,9	0,3	0
1	66,45	0	30	0,35	1,9	0,3	1,0
2	46,45	20	30	0,35	1,9	0,3	1,0

5 Tabell 10: Vibrasjonssveisede formlegemer

Mekanikk etter varmealdning ved 220 °C

Eks. nr.	Strekstyrke (MPa) (Strekkspenning)		
	0 h	500 h	1000 h
1V	77	24	3
1	78	26	15
2	77	55	35

Eks. nr.	Bøyestyrke (MPa) (Bøyepening)		
	0 h	500 h	1000 h
1V	127	38	1
1	126	51	26
2	136	115	102

Prøvebeskrivelse: Vibrasjonssveising av tekniske kunststoffer

10 Prøvelegemer

For undersøkelsen av materialinnvirkningen på sveiseprosessen og sømkvaliteten blir det anvendt plateformede prøvelegemer. Ved anvendelsen av en filmpåstøpning over hele bredden av sprøytestøpedelen blir det oppnådd en regelmessig smelteorientering og inhomogenitet unngås. De sprøytestøpte platene har en tykkelse på 4 mm og oppnår, ved å sage av løptappområdet, en dimensjon på 110 mm x 110 mm. Deretter blir platene halvert i sprøyteretning med en sirkelsag og oppnår en sluttdimensjon på ca. 55 mm x 110 mm. Ved de følgende sveisingene blir de utenpåliggende (ikke sagede) sidene sveiset. Det resulterer en fugeflate på 440 mm². Standardplaten tjener som geometrisk enklere prøvelegemer, for å analysere material- og/eller parameternes innflytelse på sømkvaliteten. Den enkle formen av platen muliggjør en sikker fiksering i sveiseverktøyet, siden de i verktøyet blir støttet på begge sider over hele lengden.

Sveisemaskin

Sveiseundersøkelsene blir gjennomført på en lineær vibrasjonssveisemaskin fra Fa. Branson Ultraschall Modell M-102 H.

5

Sveiseprosess

Sveiseplatene blir sveiset med svingformen "lineær-langsgående". Ved vibrasjonssveiseundersøkelsene blir det arbeidet i modusen "forskyvningskontrollert sveising med konstant trykknivå". Forsøkene skjer ved konstant amplitude på 0,9 mm og konstant sveisetrykk på 1,6 MPa. Som svingfrekvens blir det anvendt resonansfrekvensen, som ligger ved ca. 220 Hz. Per parameter-/materialinnstilling blir det gjennomført to sveiseforsøk

10

Mekanisk testing

De flate prøvene som er nødvendige for strekk- og bøyeforsøkene blir skåret med en sirkelsag til en bredde på 25 mm vinkelrett på den sveisede flaten. Fra hver parameter-/materialinnstilling blir det testet tre prøver av en sveiset plate. Sveisevulsten blir derved ikke fjernet.

15

20 V: Delaromatisk polyamid (6T/6I/MXD.T/I)

Tabell 11:

Sammensetninger (vekt-%)

Eks.	A/6	A/4	B/1	C/1	C/2	C/3	C/4	C/5	C/6	C/7	C/8	C/9
1	64,10			35,00	0,05	0,35						0,50
2	58,85			35,00	0,05	0,35	1,25	4,00				0,50
3	59,45			35,00	0,05	0,35		4,00	0,65			0,50
4	59,80			35,00	0,05	0,35		4,00			0,30	0,50
5	49,80	10,00		35,00	0,05	0,35		4,00			0,30	0,50
6	55,80		4,00	35,00	0,05	0,35		4,00			0,30	0,50
7	45,80	10,00	4,00	35,00	0,05	0,35		4,00			0,30	0,50
8	45,30	10,00	4,00	35,00	0,05	0,35		4,00		0,50	0,30	0,50

A/6

25 Delaromatisk polyamid basert på 6.T/6.I/MXD.T/I med 64 vekt-% 6.T enheter, 29 vekt-% 6.I og 7 vekt-% MXD.T/MXD.I enheter. Målt VZ for basispolymeren 90 ml/g (0,5 vekt-% i 96 % svovelsyre ved 25 °C, ISO 307).

T = tereftalsyre I = isoftalsyre MXD = m-xylylendiamin

A/4 (se I.)

Polyamid 6 med et VZ på 148 ml/g (ISO 307; Ultramid® B27).

B/1

5 Sats av 25 vekt-% B/1 (se I.) i polyamid 66.

C/1

Glassfibere med 10 µm midlere diameter

10 C/2

Talkum

C/3

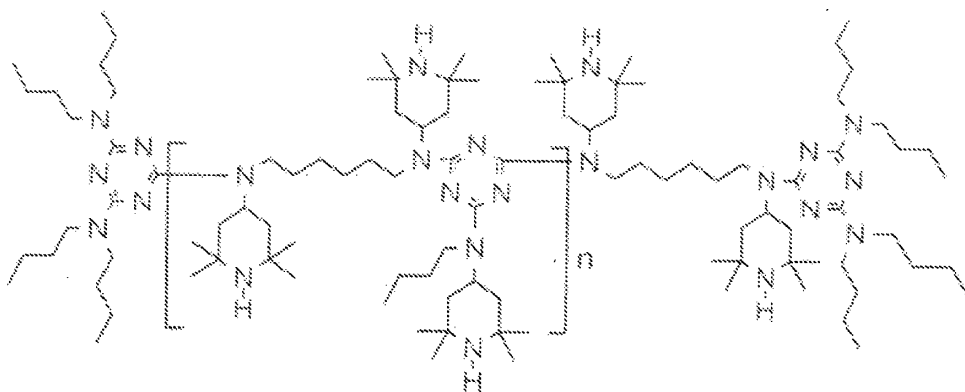
15 Delvis oksidert polyetylen voks (syretall 15-19 mg KOH/g; smelteviskositet ved 120 °C: 350 - 470 mm²/s ((DGF M-III 8); Luwax® OA5)

C/4

Blanding av forskjellige additiver (deler med hensyn til vekt):

20 1 del N,N'-heksan-1,6-dihylbis(3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroksyfenylpropionamid)) (Irganox® 1098),

1 del høymolekylært, hindret amin med den følgende strukturen (Chimassorb® 2020):



25 1 del 2,2'-metylen bis(6-(2H-benzotriazol-2-yl)-4-1,1,3,3-tetrametylbutyl)fenol) (Tinuvin® 360),

4 deler av en sot-sats (30 vekt-% i LDPE)

C/5

30 Etylen-butylakrylat-gummi, funksjonalisert med maleinsyreanhydrid (Fusabond® NM 598D)

C/6

4,3'-Bis(alfa,alfa-dimetylbenzyl)difenylamin (Naugard® 445)

C/7

- 5 Polyetylenimin med $M_w \sim 25000$ g/mol og et forhold på 1:1,20:0,76 av primært:sekundært:tertiært amin (Lupasol® WF)

C/8

CuJ/KJ i forholdet 1:4

10

C/9

Kalsiummontanat

Tabell 12:

- 15 Varmedring i omluftovnen ved 235 °C

Eks. nr.	Relativ vektendring for en strekkstav, sammenlignet med utgangsverdien (0 h)				
	0 h	250 h	500 h	750 h	1000 h
1	100	90,6	77,0	65,8	64,0
2	100	97,8	90,1	79,0	68,9
3	100	95,5	91,7	68,5	64,6
4	100	97,2	90,1	79,7	71,8
5	100	97,1	96,1	93,7	90,2
6	100	98,5	96,5	91,2	85,0
7	100	99,5	97,8	97,4	96,9
8	100	98,0	97,9	97,4	96,9

Eks. nr.	E-modul/MPa				
	0 h	250 h	500 h	750 h	1000 h
1	13300	14000	- a)	- a)	- a)
2	12700	12640	- a)	- a)	- a)
3	12000	12300	- a)	- a)	- a)
4	11900	12530	12750	12520	- a)
5	11900	12240	13230	12760	12870
6	11000	11700	12080	10970	10840
7	10900	11740	12700	11990	11850
8	10900	11780	12570	11960	11800

a) Prøvestaver sterkt aldret, brytes sund allerede ved lett trykk; ingen måling er mulig

Eks. nr.	Strekkestyrke/MPa				
	0 h	250 h	500 h	750 h	1000 h
1	194	70	- a)	- a)	- a)
2	186	92	- a)	- a)	- a)
3	209	60	- a)	- a)	- a)
4	205	98	56	45	- a)
5	210	126	124	114	105
6	170	147	131	93	81
7	188	207	212	202	198
8	187	202	218	206	198

a) Prøvestaver sterkt aldret, brytes sund allerede ved lett trykk; ingen måling er mulig

Eks. nr.	Bruddforlengelse/%				
	0 h	250 h	500 h	750 h	1000 h
1	2,1	0,5	- a)	- a)	- a)
2	1,8	0,8	- a)	- a)	- a)
3	2,3	0,5	- a)	- a)	- a)
4	2,3	0,9	0,5	0,4	- a)
5	2,4	1,2	1,2	1,1	1,1
6	1,9	1,4	1,3	0,9	0,9
7	2,4	2,2	2,2	2,1	2,1
8	2,3	2,1	2,3	2,2	2,0

a) Prøvestaver sterkt aldret, brytes sund allerede ved lett trykk; ingen måling er mulig

5

Eks. nr.	Slagfasthet (Charpy ukjervet)/kJ/m ²				
	0 h	250 h	500 h	750 h	1000 h
1	40	- a)	- a)	- a)	- a)
2	42	12	- a)	- a)	- a)
3	59	6	- a)	- a)	- a)
4	58	15	7	4	- a)
5	- b)	- b)	- b)	- b)	- b)
6	60	31	22	19	- a)
7	58	51	61	58	65
8	59	41	66	61	44

a) Staver sterkt aldret, brytes sund allerede ved lett trykk; ingen måling er mulig

b) Ikke testet

P a t e n t k r a v

1. Termoplastiske formmasser, som inneholder
 - A) 10 til 99,999 vekt-% av et polyamid
 - B) 0,001 til 20 vekt-% jernpulver med en partikkelstørrelse på maksimalt 10 μm (d₅₀-verdi), som er oppnåelig ved termisk nedbrytning av jernpentakarbonyl og oppviser en spesifikk BET-overflate fra 0,1 til 5 m²/g ifølge DIN ISO 9277
 - C) 0 til 70 vekt-% av ytterligere tilsatsstoffer,
 hvori summen av vektprosentene av komponentene A) til C) resulterer i 100 %.
2. Termoplastiske formmasser ifølge krav 1, hvori komponenten B) oppviser en d₁₀-verdi fra 1 til 5 μm .
3. Termoplastiske formmasser ifølge kravene 1 eller 2, hvori komponenten B) oppviser en d₉₀-verdi fra 3 til 35 μm .
4. Termoplastiske formmasser ifølge kravene 1 til 3, hvori komponenten B) oppviser et C-innhold fra 0,05 til 1,2 g/100 g (ifølge ASTM E 1019).
5. Termoplastiske formmasser ifølge kravene 1 til 4, hvori komponenten B) oppviser en dunketetthet fra 2,5 til 5 g/cm³.
6. Termoplastiske formmasser ifølge kravene 1 til 5, hvori komponenten B) er belagt med jernfosfat, jernfosfid eller SiO₂ på overflaten av partiklene.
7. Anvendelse av de termoplastiske formmassene ifølge kravene 1 til 6 for fremstillingen av fibere, folier og formlegemer
8. Anvendelse av termoplastiske formmasser ifølge kravene 1 til 6 for fremstillingen av formlegemer ved vibrasjons- eller lasersveising.
9. Fibere, folier og formlegemer, oppnåelige fra de termoplastiske formmassene ifølge kravene 1 til 6.