(12) **PATENT**

(19) NO (11) **330700** (13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.
C08G 63/82 (2006.01)
C08G 63/85 (2006.01)
C08G 65/10 (2006.01)
C08G 65/12 (2006.01)
C08G 65/26 (2006.01)
B01J 31/12 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20025410	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2001.05.10 PCT/FR2001/01405
(22)	Inng.dag	2002.11.12	(85)	Videreføringsdag	2002.11.12
(24)	Løpedag	2001.05.10	(30)	Prioritet	2000.05.15, EP, 00401309
(41)	Alm.tilgj	2002.11.12			
(45)	Meddelt	2011.06.14			

(73) Innehaver: Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), 3, rue Michel Ange, FR-75794 PARIS CEDEX 16, Frankrike
Ipsen Pharma SAS, 65 quai Georges Gorse, FR-92100 BOULOGNE BILLANCOURT, Frankrike

(72) Oppfinner: Jean-Bernard Cazaux, 73, rue Emile Jamais, FR-30390 ARAMON, Frankrike
Guy Bertrand, 1, rue Mont Vallier, F-31320 Pechbusque, Frankrike
Blanca Martin-Vaca, 91, avenue d'Italie, F-31400 Toulouse, Frankrike
Didier Bourissou, 7 B, chemin de Charlas, FR-31830 PLAISANCE-DU-TOUCH, Frankrike
Anca Dumitrescu, 5, chemin Pierre Cardenal, F-31300 Toulouse, Frankrike
Heinz Gornitzka, 11, rue les Balcons du Lauragais, F-31450 Pompertuzat, Frankrike

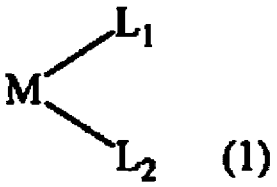
(74) Fullmektig: Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge

(54) Benevnelse: **Anvendelse av stannylener og germylener som polymerisasjonskatalysatorer for heterocykler**

(56) Anførte publikasjoner: US 6303807 B1

(57) Sammendrag

Oppfinnelsen vedrører anvendelsen av av stannylener og germylener med den generelle formel (1) hvor M representerer et tinn- eller germanium-atom; L_1 og L_2, uavhengig representerer en gruppe med formel $-E_{14}(R_{14})(R'_{14})(R''_{14})$, $-E_{15}(R_{15})(R'_{15})$ eller $-E_{16}(R_{16})$ eller sammen danner en kjede med formel $-L'_1A-L'_2-$; A representerer en mettet eller umettet kjede omfattende ett, to eller tre elementer fra gruppe 14, L'_1, og L'_2 uavhengig representerer en gruppe med formel $-E_{14}(R_{14})(R'_{14})-$, $-E_{15}(R_{15})-$ eller $-E_{16}-$; E_{14} er et element fra gruppe 14; E_{15} er et element fra gruppe 15; E_{16} er et element fra gruppe 16; R_{14}, R'_{14}, R''_{14}, R_{15}, R'_{15} og R_{16} representerer variable grupper som polymerisasjons-katalysatorer for heterocykler.

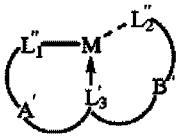


(1)

Foreliggende oppfinnelse angår anvendelse av stannylener og germylener som polymerisasjonskatalysatorer for heterocykler.

Det har blitt demonstrert at enhver type av katalysator som blir anvendt for polymerisasjon eller kopolymerisasjon av heterocykler, gir forskjellige henholdsvis polymerer eller kopolymerer, spesielt som et resultat av omfordelingsreaksjoner [Jedlinski et al., Macromolecules, (1990) 191, 2287 ; Munson et al., Macromolecules, (1996) 29, 8844 ; Montaudo et al., Macromolecules, (1996) 29, 6461]. Problemet er derfor å finne nye katalytiske systemer for å oppnå nye polymerer eller kopolymerer.

US patent 6,303,807 beskriver forbindelser med formel

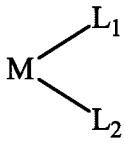


omfattende en tridentat ligand og et element i en av gruppene 11, 12 eller 14 som (ko)polymerisasjonskatalysator.

Forbindelsene ifølge foreliggende oppfinnelse er relatert til anvendelse av forbindelser med formel (1) omfattende et tinn eller geraniumatom som polymerisasjonskatalysatorer for heterosykler. Disse har en enklere kjemisk struktur uten tridentate ligander. Den enklere strukturen fører ikke til tap av aktivitet.

Videre er de katalytiske systemer som muliggjør å oppnå blokk-kopolymerer av spesiell interesse. Faktisk kan sekvensen av monomerer i dette tilfellet kontrolleres for å oppnå spesifikke kopolymerer som har spesifikke egenskaper. Dette er spesielt anvendelig for biokompatible kopolymerer hvis biologiske nedbrytning er påvirket av denne sekvensen.

Gjenstand for foreliggende oppfinnelse er derfor anvendelse av stannylener og germylener med den generelle formel 1



(1)

hvor

M representerer et tinn- eller germaniumatom ;

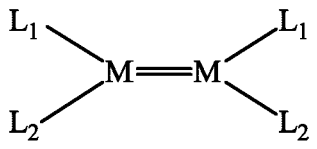
L_1 og L_2 uavhengig representerer en gruppe med formel $-E_{14}(R_{14})(R'_{14})(R''_{14})$, $-E_{15}(R_{15})(R'_{15})$;
E_{14} er et element fra gruppe 14 ;
E_{15} er et element fra gruppe 15 ;
E_{16} er et element fra gruppe 16 ;
R_{14}, R'_{14}, R''_{14}, R_{15}, R'_{15} og R_{16} uavhengig representerer et hydrogenatom; én av de følgende substituerte (med én eller flere like eller forskjellige substituenter) eller ikke-substituerte rester : alkyl, cykloalkyl eller aryl, hvor nevnte substituent er et halogenatom, en alkyl-, cykloalkyl-, aryl-, nitro- eller cyano-rest ; en rest med formel $-E'_{14}RR'R''$;
E'_{14} er et element fra gruppe 14 ;
R, R' og R" uavhengig representerer et hydrogenatom eller én av de følgende substituerte (med én eller flere like eller forskjellige substituenter) eller ikke-substituerte rester : alkyl, cykloalkyl, aryl, hvor nevnte substituent er et halogenatom, en alkyl-, aryl-, nitro- eller cyanorest;
som polymerisasjonskatalysatorer for heterocykler.

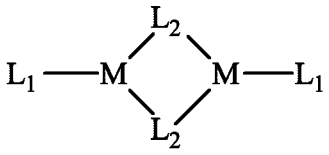
I definisjonene angitt ovenfor representerer betegnelsen halogen et fluor-, klor-, brom- eller jodatom, fortrinnsvis klor. Betegnelsen alkyl representerer fortrinnsvis en lineær eller forgrenet alkylrest som har 1 til 6 karbonatomer og spesielt en alkylrest som har 1 til 4 karbonatomer så som metyl-, etyl-, propyl-, isopropyl-, butyl-, isobutyl-, sek-butyl- og tert-butylrester.

Cykloalkylrestene er valgt fra mettete eller umettete monocykliske cykloalkyler. De mettete monocykliske cykloalkylrester kan velges fra rester som har 3 til 7 karbonatomer så som cyklopropyl-, cyklobutyl-, cyklopentyl-, cykloheksyl- eller cycloheptylrester. De umettete cykloalkylrester kan velges fra cyklobuten-, cyklopenten-, cykloheksen-, cyklopentadien-, cykloheksadienrester.

Arylrestene kan være av den mono- eller polycykliske typen. De monocykliske arylrester kan velges fra fenylrestene eventuelt substituert med én eller flere alkylrester så som tolyl, xylyl, mesityl, cumenyl. De polycykliske arylrester kan velges fra naftyl-, antryl-, fenantrylrestene.

Forbindelsene med formel 1 kan presenteres i form av monomerer eller av dimerer, idet dimerene er i stand til å innta en lineær eller cyklisk struktur [C. Glidewell Chem. Scripta (1987) 27, 437]. Således kan forbindelsene med formel 1 presenteres, når L_1 og L_2 er uavhengige, i de følgende former:





Forbindelsene med formel 1 kan omfatte ett eller flere løsningsmiddel-molekyler [stannylen-tetrahydrofuran-komplekser ble påvist spektroskopisk: W. P. Neumann Chem. Rev. (1991) 91, 311]. Uttrykket løsningsmiddel representerer et aromatisk hydrokarbon så som benzen, toluen ; en cyklisk eller acyklisk dialkyleter så som dietyleter, dioksan, tetrahydrofuran, etyl-tertbutyleter ; et klorert løsningsmiddel så som diklormetan, kloroform ; et alifatisk eller aromatisk nitril så som acetonitril, benzonitril ; et cyklisk eller acyklisk, alifatisk eller aromatisk keton, så som aceton, acetofenon, cykloheksanon ; et cyklisk eller acyklisk, alifatisk eller aromatisk derivat av en karboksylsyre så som etylacetat, dimetylformamid.

En mer spesiell gjenstand for foreliggende oppfinnelse er anvendelsen som polymerisasjonskatalysatorer for heterocykler, av produktene med den generelle formel 1 som definert ovenfor, karakterisert ved at M representerer et tinn- atom.

Fortrinnsvis er anvendelsen som definert ovenfor av en forbindelse med formelen 1 slik at

E_{14} er et karbon- eller silisiumatom;
E_{15} er et nitrogenn eller fosforatom;
E_{16} er et oksygen- eller svovelatom;
R_{14}, R'_{14}, R''_{14}, R_{15}, R'_{15} og R_{16} uavhengig representerer et hydrogenatom, en alkylrest eller en rest med formel -E'$_{14}$RR'R";
E'$_{14}$ er et karbon- eller silisiumatom;
R, R' og R" uavhengig representerer et hydrogenatom eller en alkylrest.

Fortrinnsvis også, anvendelsen som definert ovenfor av en forbindelse med formelen 1 er slik at

L_1 og L_2 uavhengig representerer en gruppe med formel -$E_{15}(R_{15})(R'_{15})$ eller -$E_{16}(R_{16})$;
E_{15} er et nitrogenatom;
E_{16} er et oksygenatom;
R_{15} og R'_{15} uavhengig representerer en alkylrest eller en rest med formel -E'$_{14}$RR'R";
R_{16} representerer en alkylrest;

E'_{14} representerer a silisiumatom;
R, R' og R" uavhengig representerer et hydrogenatom eller en alkylrest.

Fortrinnsvis svarer forbindelsen med formel 1 som definert ovenfor til én av de følgende formlene :

- $[(Me_3Si)_2N]_2Sn$;
- $\{[(Me_3Si)_2N]Sn(O\textit{t}\text{-}Bu)\}_2$.

Visse forbindelser med formel 1 er kjente produkter, dvs. hvis syntese og karakterisering er beskrevet [M. F. Lappert et al., J. Chem. Soc., Chem. Commun. (1973), 317 ; J. J. Zuckerman et al., J. Am. Chem. Soc. (1974) 96, 7160 ; M. F. Lappert et al., J. Chem. Soc., Chem. Commun. (1974) 895 ; M. Veith, Angew. Chem., Int. Ed. Engl. (1975) 14, 263 ; M. F. Lappert et al., J. Chem. Soc., Dalton Trans (1976), 2268 ; M. F. Lappert et al., J. Chem. Soc., Dalton Trans. (1977), 2004 ; M. Veith, Z. Naturforsch (1978) 33b, 1; *ibid* (1978) 33b, 7 ; M. F. Lappert et al., J. Chem. Soc., Chem. Commun., (1983) 639; *ibid* (1983) 1492 ; *ibid* (1992) 1311 ; M. F. Lappert et al., J. Am. Chem. Soc, (1980) 102, 2088]. Som et resultat kan de nye forbindelsene med formel 1 fremstilles ved analogi i henhold til syntesen allerede beskrevet.

Videre har visse forbindelser med formel 1 blitt anvendt i heterocyklusgruppe-polymerisasjon (tioepoksyder) [S. Kobayashi et al., Makromol. Chem., Makromol. Symp. (1992) 54/55, 225]. Men i dette tilfellet spiller de både rollen som komonomer og polymerisasjonsinitiator (oksidasjon-reduksjon-kopolymerisasjon) og blir deretter støkiometrisk innført i polymerisasjonsproduktene. De spiller derfor ikke rollen som en katalysator.

Oppfinnelsen angår anvendelse av produkter med formel 1 som definert ovenfor, som katalysatorer for implementering av (ko)polymerisasjon av heterocykler, dvs. polymerisasjon eller kopolymerisasjon av heterocykler. Under implementeringen av (ko)polymerisasjonen spiller forbindelsene ifølge oppfinnelsen også rollen som kjede-initiator eller -regulator, men blir ikke støkiometrisk innført i (ko)polymerene.

De heterocykliske gruppene kan inneholde ett eller flere heteroatomer fra gruppene 15 og/eller 16 og ha en størrelse i området fra tre til åtte elementer. Som eksempler på heterocykler tilsvarende formelen ovenfor, kan nevnes epoksyder, tioepoksyder, cykliske tioestere eller estere så som laktoner, laktamer og anhydrider.

Forbindelsene med formel 1 er spesielt anvendelige for implementeringen av (ko)polymerisasjonen av epoksyder, spesielt av propenoksyd. Forbindelsene med formel 1 er også spesielt anvendelige for implementeringen av (ko)polymerisasjonen av cykliske estere. Som eksempler på cykliske estere kan nevnes de cykliske ester-polymerer av melkesyre og/eller glykolsyre. Statistiske eller blokk-kopolymerer kan oppnås avhengig av hvorvidt monomerene blir innført sammen ved begynnelsen av reaksjonen eller sekvensielt i løpet av reaksjonen.

(Ko)polymerisasjonen kan utføres enten i en løsning eller ved superavkjøling. Når (ko)polymerisasjonen blir utført i løsning, kan reaksjonsløsningsmidlet være substratet eller et av substratene som blir anvendt i den katalytiske reaksjon. Løsningsmidler som ikke griper inn i den katalytiske reaksjon selv er også egnet. Som eksempler på slike løsningsmidler kan nevnes mettete eller aromatiske hydrokarboner, etere, alifatiske eller aromatiske halogenider.

Reaksjonene blir utført ved temperaturer som ligger mellom omgivelsestemperatur og omtrent 250° C; temperaturområdet som ligger mellom 40 og 200° C er mer fordelaktig. Reaksjonstidene ligger mellom noen få minutter og 300 timer og fortrinnsvis mellom 5 minutter og 72 timer.

Denne (ko)polymerisasjonsprosessen er spesielt egnet for å oppnå cykliske ester-(ko)polymerer, spesielt de cykliske esterpolymerer av melkesyre og/eller glykolsyre. Produktene som blir oppnådd så som melkesyre-glykolsyre-kopolymer, som er bionedbrytbar, blir fordelaktig anvendt som bærere i terapeutiske preparater med forsinket frigjøring. Fremgangsmåten er også spesielt egnet til polymerisasjon av epoksyder, spesielt propenoksyd. Polymerene som blir oppnådd er forbindelser som kan anvendes for syntese av organisk flytende krystaller eller også som semi-permeable membraner.

Fremgangsmåten over for (ko)polymerisasjonen av heterocykler har en rekke fordeler, spesielt,

- (ko)polymerisasjonskatalysatorer er lett tilgjengelige og billige;
- (ko)polymerisasjon kan virkelig utføres i et homogent medium slik at masse-fordelingen av (ko)polymerene som oppnås er snever;
- fremgangsmåten er spesielt egnet til fremstilling av blokk-kopolymerer; den suksessive tilsetning av monomerer spesielt muliggjør at kopolymerer oppnås i blokker.

Hvis de ikke er definert på annen måte i kravene, har alle de tekniske og vitenskapelige betegnelser anvendt i foreliggende søknad samme betydning som den som vanligvis forstås av en vanlig spesialist på området som oppfinnelsen tilhører.

De følgende eksempler er fremlagt for å illustrere prosedyrene ovenfor.

Eksempel 1 : Fremstilling av en statistisk (D,L-laktid/glykolid)kopolymer som har en laktid/glykolid-sammensetning nær 75/25

0,023 g (0,05 mmol) $[(Me_3Si)_2N]_2Sn$, 5,66 g (39,3 mmol) D,L-laktid, 1,52 g (13,1 mmol) glykolid og 15 ml mesitylen blir innført suksessivt i et Schlenk-rør utstyrt med en magnetisk rører og spylt under argon. Reaksjonsblandingen får stå under røring ved 160° C i 3 timer. NMR-analyse av protoner tillater den verifisering at omdannelsen av hver av monomerene (laktid og glykolid) er 100 %. Forholdet av signalintegralene svarende til polylaktid-delen (5,20 ppm) og polyglykolid-delen (4,85 ppm) muliggjør at preparatet av kopolymeren evalueres til 75 % laktid og 25 % glykolid. I henhold til GPC-analyse ved anvendelse av en kalibrering utført fra PS-standarder med masser 761 til 400 000 er denne kopolymer en blanding av makromolekyler (Mw/Mn = 1,67) med meget høye masser (Mw = 77 500 Dalton).

Eksempel 2 : Fremstilling av en statistisk (D,L-laktid/glykolid)kopolymer med høye masser

0,023 g (0,05 mmol) $[(Me_3Si)_2N]_2Sn$, 6,03 g (41,9 mmol) D,L-laktid og 2,08 g (17,9 mmol) glykolid blir innført suksessivt i et Schlenk rør utstyrt med en magnetisk rører og spylt under argon. Reaksjonsblandingen får stå under omrøring ved 140° C i 10 minutter. NMR analyse av protonene tillater å fastslå at omdannelsen av monomerene er 83 % for laktidet og 100 % for glykolidet. Forholdet av signalintegralene svarende til polylaktid-delen (5,20 ppm) og polyglykolid del (4,85 ppm) viser at sammensetningen av kopolymeren ligger på 70 % laktid og 30 % glykolid. I henhold til GPC analyse ved anvendelse av en kalibrering utført fra PS-standarder med masser 761 til 400 000, er denne kopolymer en blanding av makromolekyler (Mw/Mn = 1,8) med høye masser (Mw = 164 700 Dalton).

Eksempel 3 : Fremstilling av en statistisk (D,L-laktid/glykolid)kopolymer som har en laktid/glykolid-sammensetning nær 50/50

0,16 g (0,36 mmol) $[(Me_3Si)_2N]_2Sn$, 7,87 g (54,7 mmol) D,L-laktid og 6,34 g (54,7 mmol) glykolid blir innført suksessivt i et Schlenk-rør utstyrt med en magnetisk rører

og spylt under argon. Reaksjonsblandingen får stå under røring ved 180° C i 2 timer. NMR-analyse av protonene gjør det mulig å fastslå at omdannelsen av hver av monomerene er 100 %. Forholdet av signalintegralene tilsvarende polylaktid-delen (5,20 ppm) og polyglykolid-delen (4,85 ppm) viser at sammensetningen av kopolymeren ligger på 50 % laktid og 50 % glykolid. I henhold til GPC-analyse ved anvendelse av en kalibrering utført fra PS-standarder med masser 761 til 400 000 er denne kopolymeren en blanding av makromolekyler (Mw/Mn = 1,7) med høye masser (Mw = 39 000 Dalton).

Eksempel 4 : Fremstilling av en annen statistisk (D,L-laktid/glykolid)-kopolymer som har en laktid/glykolid-sammensetning nær 50/50

0,16 g (0,36 mmol) $[(Me_3Si)_2N]_2Sn$, 8 g (55 mmol) D,L-laktid og 6,34 g (55 mmol) glykolid og 25 ml mesitylen blir innført suksessivt i et Schlenk-rør utstyrt med en magnetisk rører og spylt under argon. Reaksjonsblandingen får stå under røring ved 180° C i 2 timer. NMR-analyse av protonene gjør det mulig å fastslå at omdannelsen av monomerene er 100 % laktid og 100 % glykolid. Forholdet av signalintegralene tilsvarende til polylaktid-delen (5,20 ppm) og polyglykolid-delen (4,85 ppm) viser at sammensetningen av kopolymeren ligger på 47 % laktid og 53 % glykolid. I henhold til GPC analyse ved anvendelse av en kalibrering utført fra PS-standarder med masser 761 til 400 000 er denne kopolymer en blanding av makromolekyler (Mw/Mn = 1,5) med høye masser (Mw = 39 400 Dalton).

Eksempel 5 : Fremstilling av a blokk(D,L-laktid/glykolid)kopolymer

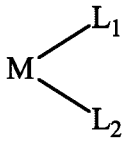
2,0 g (14 mmol) D,L-laktid, 7 ml mesitylen og 41 mg (0,09 mmol) $[(Me_3Si)_2N]_2Sn$ blir innført suksessivt i et Schlenk-rør utstyrt med en magnetisk rører og spylt under argon. Reaksjonsblandingen får stå under røring ved 180° C i 2 timer. NMR-analyse av protonene viser at omdannelsen av monomerene er høyere enn 96 %. GPC-analyse ved anvendelse av en kalibrering utført fra PS-standarder med masser 761 til 400 000 viser at polymeren er en blanding av makromolekyler som har masser som ligger nær sammen (Mw/Mn = 1,76; Mw = 18 940 Dalton). 0,2 g (1,75 mmol) glykolid blir satt til den forutgående løsning og holdt under røring ved 180° C. Reaksjonsblandingen får stå under røring ved 180° C i 1 time. Analyse av en alikvot med NMR av protonene viser at omdannelsen av glykolidet er fullstendig og at en kopolymer blir dannet. Forholdet av signalintegralene svarende til polylaktid-delen (5,20 ppm) og polyglykolid-delen (4,85 ppm) er 7,3/1. GPC-analyse viser at kjedene var forlenget (Mw/Mn = 1,89 ; Mw = 21 560 Dalton).

<u>Eksempel 6</u> : Fremstilling av en statistisk (D,L-laktid/glykolid)kopolymer som har en laktid/glykolid-sammensetning i området 50/50

0,08 g (0,11 mmol) $\{[(Me_3Si)_2N]Sn(O\textit{t}\text{-}Bu)\}_2$, 4,9 g (34 mmol) D,L-laktid og 3,9 g (34 mmol) glykolid og 25 ml mesitylen blir innført suksessivt i et Schlenk-rør utstyrt med en magnetisk rører og spylt under argon. Reaksjonsblandingen får stå under røring ved 180° C i 2 timer. NMR-analyse av protonene gjør det mulig å slå fast at omdannelsen av monomerene er 100 % laktid og 100 % glykolid. Forholdet av signalintegralene svarende til polylaktid-delen (5,20 ppm) og polyglykolid-delen (4,85 ppm) viser at sammensetningen av kopolymeren ligger på 50 % laktid og 50 % glykolid. I henhold til GPC-analyse ved anvendelse av en kalibrering utført fra PS-standarder med masser 761 til 400 000 er denne kopolymeren en blanding av makromolekyler (Mw/Mn = 1,71) med høye masser (Mw = 33 140 Dalton).

PATENTKRAV

1. Anvendelse av stannylener og germylener med den generelle formel 1



(1)

hvor

M representerer et tinn- eller germanium-atom ;

L_1 og L_2 uavhengig representerer en gruppe med formel $-E_{14}(R_{14})(R'_{14})(R''_{14})$, $-E_{15}(R_{15})(R'_{15})$ eller $-E_{16}(R_{16})$;

E_{14} er et element fra gruppe 14;

E_{15} er et element fra gruppe 15;

E_{16} er et element fra gruppe 16;

R_{14}, R'_{14}, R''_{14}, R_{15}, R'_{15} og R_{16} representerer uavhengig et hydrogenatom; én av de følgende substituerte eller ikke-substituerte rester: alkyl, cykloalkyl eller aryl, hvor nevnte substituent er et halogenatom, en alkyl-, cykloalkyl-, aryl-, nitro- eller cyanorest; en rest med formel $-E'_{14}RR'R''$;

E'_{14} er et element fra gruppe 14;

R, R' og R" uavhengig representerer et hydrogenatom eller én av de følgende substituerte (med én eller flere like eller forskjellige substituenter) eller ikke-substituerte rester: alkyl, cykloalkyl, aryl, hvor nevnte substituent er et halogenatom, en alkyl-, aryl-, nitro- eller cyanorest;

som polymerisasjonskatalysatorer for heterocykler.

2. Anvendelse ifølge krav 1 av en forbindelse med formelen 1 karakterisert ved at M representerer et tinnatom.

3. Anvendelse ifølge ett av kravene 1 til 2 av et produkt med formel 1 karakterisert ved at

E_{14} er et karbon- eller silisiumatom;

E_{15} er et nitrogen- eller fosforatom;

E_{16} er et oksygen- eller svovelatom;

R_{14}, R'_{14}, R''_{14}, R_{15}, R'_{15} og R_{16} uavhengig representerer et hydrogenatom, en alkylrest eller en rest med formel $-E'_{14}RR'R''$;

E'_{14} er et karbon- eller silisiumatom;

R, R' og R" uavhengig representerer et hydrogenatom eller en alkylrest.

4. Anvendelse ifølge ett av kravene 1 til 3 av et produkt med formel 1, karakterisert ved at

L_1 og L_2 uavhengig representerer en gruppe med formel $-E_{15}(R_{15})(R'_{15})$ eller $-E_{16}(R_{16})$;

E_{15} er et nitrogenatom;

E_{16} er et oksygenatom;

R_{15} og R'_{15} uavhengig representerer en alkylrest eller en rest med formel $-E'_{14}RR'R"$;

R_{16} representerer en alkylrest;

E'_{14} representerer et silisiumatom;

R, R' og R" uavhengig representerer et hydrogenatom eller en alkylrest.

5. Anvendelse ifølge et av kravene 1 til 4 av et produkt med formel 1 karakterisert ved at det svarer til én av de følgende formlene:

- $[(Me_3Si)_2N]_2Sn$;
- $\{[(Me_3Si)_2N]Sn(O\textit{t}\text{-}Bu)\}_2$.

6. Anvendelse ifølge ett av kravene 1 til 5 for polymerisasjonen eller kopolymerisasjon av cykliske etere, spesielt epoksyder så som propylenoksyd.

7. Anvendelse ifølge ett av kravene 1 til 5 for polymerisasjon eller kopolymerisasjon av cyklisk estere, spesielt cyklisk esterpolymerer av melkesyre og/eller glykolsyre.