

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2024 00089**

(22) Data de depozit: **27/09/2022**

(30) Prioritate:

27/09/2021 DE 102021210765.6
08/06/2022 DE 102022205823.2

(41) Data publicării cererii:

30/09/2024 BOPI nr. 9/2024

(86) Cerere internațională PCT:

Nr. EP 2022/076857 27/09/2022

(87) Publicare internațională:

Nr. WO 2023/046993 30/03/2023

(71) Solicitant:

• ROBERT BOSCH GMBH, POSTFACH 30
02 20, 70442, STUTTGART, DE

(72) Inventatori:

• HENNECK STEFAN, HUMMELBERGWEG
40, LEONBERG, 71229, DE;
• KOHLER TOBIAS,
GEORG-ELSER-STRASSE 5,
REUTLINGEN, 72762, DE

(74) Mandatar:

ROMINVENT S.A., STR. ERMIL
PANGRATTI NR.35, SECTOR 1, 011882,
BUCUREȘTI, B

(54) COMPOZIȚIE COMPOZITĂ PE BAZĂ DE SILANOL

(57) Rezumat:

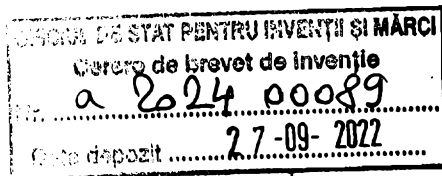
Invenția se referă la o compoziție pentru formarea unui compozit, la un procedeu de obținere și la utilizarea acesteia pentru izolarea modulelor cadru electronice de putere. Compoziția, conform invenției, este constituită în procente în greutate din 10...95% cel puțin un material de umplură ales dintre oxid de aluminiu grosier sau fin de înaltă puritate, ca atare sau în amestec, 1...15% cel puțin un silanol dizolvat în apă sau ca soluție alcoolică, eventual, rășină polisiloxanică emulsionată în apă, respectiv, un agent de lichefiere dizolvat în apă, un antispumant și în rest, apă.

Procedeul, conform invenției, constă în adăugarea a 10...95%, în particular 60...95% în greutate cel puțin un material de umplură, la o compoziție de silanol preparată ca soluție alcoolică. Invenția se referă și la utilizarea compoziției, conform invenției drept compus de încapsulare/turnare sau agent de acoperire pentru aparatură electrică/electronică, în particular pentru electronică de putere.

Revendicări: 30

Figuri: 1





- 1 -

Descriere

Titlul: **Compoziție compozita pe baza de silanol**

Prezenta invenție se referă la o compoziție compozită pentru a forma din ea un compozit, de exemplu care poate fi utilizat pentru încapsularea componentelor electronice și/sau electrice, în particular componente electronice de putere, la un procedeu de preparare a unei compoziții de silanol, la o compoziție de silanol corespunzătoare, la un procedeu de preparare a compoziției compozite, la un procedeu de obținere a unui compozit și/sau a unei structuri solide, la un compozit și/sau o structură solidă și la utilizarea acestora.

Stadiul tehnicii

Modulele electronice de putere, în particular sub formă de module cadru, sunt în prezent, de obicei, încapsulate cu geluri de silicon, pentru a asigura izolarea electrică chiar și la tensiuni ridicate și la distanțe mici între diferitele potențiale electrice.

Modulele electronice de putere, de exemplu modulele electronice cu sarcini termice reduse și/sau modulele electronice de putere cu o putere mai mică, pot fi, de asemenea, încapsulate cu compuși polimerici mai mult sau mai puțin rigizi, de exemplu rășini epoxidice sau poliuretani încărcăți. O învelire a modulelor electronice de putere cu astfel de compuși polimerici la niveluri ridicate de umplere este totuși posibilă, de obicei, numai prin turnare prin injecție la presiune și temperatură ridicate. În plus, astfel de compuși polimerici au adesea o conductivitate termică scăzută, de exemplu de aproximativ $\leq 0,8-1 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

Mai mult decât atât, sunt cunoscuți și compușii de turnare legați anorganic, care sunt descriși, de exemplu, în publicațiile DE 10 2018 214 641 A1 și DE 10 2018 215 694 A1. Cu toate acestea, astfel de compuși de turnare sunt doar parțial autoadezivi, așa că, de regulă înainte de turnare, se aplică suplimentar o acoperire de suprafață sau un strat de grund care promovează aderența pe bază organică.

Trialcaxisilanii pot fi utilizați sub formă de soluții apoase cu un conținut foarte scăzut de trialcaxisilan - pe baza greutății totale a soluției - de exemplu $\leq 2\%$ în greutate, și un

conținut foarte ridicat de apă, de exemplu $\geq 98\%$ în greutate, pentru a forma acoperiri de suprafață sau straturi de grund care promovează aderența. Acest lucru este descris, de exemplu, în publicația US 6,824,880 B1.

Publicația J. Sol-Gel Sci Technol, 2010, 55, 360-368 descrie faptul că aderența rășinilor epoxidice poate fi îmbunătățită printr-o acoperire de suprafață care promovează aderența, dintr-un silan echipat cu o grupare funcțională.

În publicația J. Coat. Technol. Res., 2016, 13 (6), 1035-1046 și în publicația WO 2005/7174 A1, sunt descriși agenți de acoperire anticorozivă apoși pe bază de silani. În publicația CN 2020/22980 U, este descris un material din aluminiu cu o peliculă compozită de silan nanoceramică pe suprafață.

Dezvăluirea invenției

Revendicări

Un obiect al prezentei invenții este o compoziție compozită pentru a forma din ea un compozit, care, pe baza greutății totale a compoziției compozite, cuprinde $\geq 10\%$ în greutate până la $\leq 95\%$ în greutate de cel puțin un material de umplură și $\geq 1\%$ în greutate până la $\leq 15\%$ în greutate de cel puțin un silanol.

O compoziție pentru formarea unui compozit poate fi înțeleasă în particular ca fiind o compoziție care poate fi solidificată, în particular întărită, formând un compozit.

În particular, prin silanol se poate înțelege un derivat de silan, în care o grupare hidroxil (grupare OH) sau mai multe grupări hidroxil (grupări OH) este sau sunt legate de un atom de siliciu.

Compoziția compozită, de exemplu înainte de a se solidifica sau de a se întări, poate fi în particular fluidă și/sau turnabilă. Prin urmare, compoziția compozită poate fi utilizată în particular pentru turnare și/sau pentru acoperire și/sau pentru încapsulare. În mod deosebit de avantajos, compoziția compozită poate fi utilizată pentru încapsulare. Din

acest motiv, compoziția compozită poate fi denumită, de asemenea, compoziție de încapsulare. În particular, compoziția compozită poate fi utilizată, de asemenea, pentru a acoperi, de exemplu pentru a încapsula, componentele electronice și/sau electrice, de exemplu și pentru a acoperi, de exemplu pentru a încapsula componentele electronice de putere, de exemplu modulele electronice de putere, în particular sub formă de module cadru. Compoziția de încapsulare poate fi utilizată în mod avantajos și pentru încapsularea componentelor electronice și/sau electrice folosind tehnica glob-top și/sau tehnica dam-and-fill.

Silanolii pot reacționa în mod avantajos cu grupările OH de pe suprafețele materialelor, în particular la temperaturi ≥ 130 °C până la ≤ 250 °C, prin intermediul unei reacții de condensare cu scindarea apei, formând astfel o legătură chimică puternică, în particular o legătură covalentă. Materialele de umplură au de regulă cel puțin o mică proporție de grupări OH pe suprafața lor, fie pentru că materialul de umplură în sine este deja un material care conține oxigen, de exemplu ceramic, de exemplu oxidic și/sau silicatic, fie un material care, de exemplu în miez, este lipsit de oxigen, de exemplu ceramic și/sau metalic, care, totuși, datorită fenomenelor de degradare - de exemplu, prin reacție cu umiditatea aerului - are o suprafață oxidată incluzând grupări OH, cum ar fi alte tipuri de materiale ceramice, cum ar fi nitruri, de exemplu nitrură de aluminiu și/sau nitrură de bor, și/sau metale, cum ar fi cupru, argint, aur, nichel, aluminiu, fier etc., și/sau semimetale, cum ar fi siliciu, și/sau modificări ale carbonului. Acest lucru permite ca cel puțin un silanol să reacționeze cu grupările OH de pe suprafața a cel puțin unui material de umplură prin intermediul unei reacții de condensare cu scindarea apei, formând astfel o legătură chimică puternică, în particular covalentă, cu suprafața acelui cel puțin un material de umplură. În plus, majoritatea materialelor utilizate în domeniul electronicii și/sau al electricității și/sau al tehnologiei de asamblare și conectare, de exemplu metale, cum ar fi cuprul, argintul, aurul, nichelul, aluminiul etc., și/sau semiconductori, cum ar fi siliciul, și/sau materiale ceramice, cum ar fi dioxidul de siliciu și/sau oxidul de aluminiu, au o suprafață cu grupări OH, în particular datorită fenomenelor de degradare - de exemplu, prin reacție cu umiditatea aerului - ceea ce permite ca cel puțin un silanol să reacționeze cu acestea prin intermediul unei reacții de condensare cu scindarea apei și, de asemenea, să formeze o legătură chimică puternică, în particular covalentă, cu suprafața unor astfel de substraturi, de exemplu componente electronice și/sau electrice. În plus, grupările

hidroxil ale silanolilor pot, de asemenea, în mod avantajos, să reacționeze între ele, în particular la temperaturi cuprinse între $\geq 130\text{ }^{\circ}\text{C}$ și $\leq 250\text{ }^{\circ}\text{C}$, prin intermediul unei reacții de condensare cu scindare de apă, formând astfel o structură polimerică.

Astfel, acel cel puțin un silanol din compoziția compozită permite în mod avantajos, în particular la o temperatură cuprinsă într-un interval de la $\geq 130\text{ }^{\circ}\text{C}$ până la $\leq 250\text{ }^{\circ}\text{C}$, să se formeze un compozit foarte rezistent, puternic adeziv, în particular autoadeziv, și stabil din punct de vedere termic, bazat pe o structură Si-O-Si-O cu legături chimice puternice cu cel puțin un material de umplură și, eventual, și cu o suprafață în contact cu acesta, de exemplu a unui substrat, de exemplu al unei componente electronice și/sau electrice, pe care a fost turnată și/sau care a fost încapsulat și/sau care a fost acoperit cu compoziția compozită, care poate fi utilizată în particular la temperaturi de aplicare de peste $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ și, de exemplu și la sarcini termice de lungă durată, de până la $300\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Faptul că acel cel puțin un silanol din compoziția compozită în sine poate reacționa deja cu grupările OH de pe suprafețele substratului pentru a forma legături chimice puternice, în particular legături covalente, poate elimina în plus, în mod avantajos, necesitatea de a aplica un strat suplimentar de promotor de aderență. Prin urmare, compoziția compozită poate fi utilizată în mod avantajos ca un sistem unic de turnare. Acest lucru poate reduce în mod avantajos etapele procesului și poate simplifica procedeul de fabricație.

În compozit, acel cel puțin un silanol poate forma în particular o rețea cu ochiuri strânse și, în particular, tridimensională, ceea ce face ca materialul compozit format din aceasta să aibă, în mod avantajos, pe de o parte, o rezistență ridicată, în particular rigiditate și duritate, de exemplu, care le poate depăși pe cele ale rășinilor polisiloxanice convenționale cu reticulare termică și, pe de altă parte, să aibă o înmuiere termoplastică mică sau inexistentă, în particular o temperatură de tranziție vitroasă care să poată fi observată la dilatometru.

Faptul că acel cel puțin un material de umplură reprezintă un procent relativ ridicat în greutate de la $\geq 10\%$ în greutate până la $\leq 95\%$ în greutate, în particular de la $\geq 60\%$ în greutate până la $\leq 95\%$ în greutate, și astfel, în particular, un procent ridicat în volum din compoziția compozită și din compozitul format din aceasta, și că acel cel puțin un silanol

reprezintă un procent destul de scăzut în greutate în acest sens de la $\geq 1\%$ în greutate până la $\leq 15\%$ în greutate, în particular de la $\geq 2\%$ în greutate până la $\leq 12\%$ în greutate, și în particular, de asemenea, un procent ridicat în volum din compoziția compozită și din compozitul format din aceasta, poate asigura în plus, în mod avantajos, o contracție scăzută și un coeficient scăzut de dilatare termică sau de expansiune termică.%, și în particular și procentul în volum al compoziției compozite și al compozitului format din aceasta, se poate realiza, de asemenea, în mod avantajos, o contracție scăzută și un coeficient de dilatare termică sau un coeficient de dilatare termică scăzut, în particular în același timp cu rigiditate ridicată, ceea ce poate fi deosebit de avantajos în cazul încapsulării structurilor voluminoase și în particular a componentelor electronice, cum ar fi cele electronice de putere.

Printre altele, compoziția compozită poate fi utilizată în mod deosebit de avantajos pentru încapsularea componentelor electronice și/sau electrice, cum ar fi electronica de putere, datorită coeficientului scăzut de dilatare termică, de exemplu în intervalul $7-9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, de exemplu în comparație cu metalele din pistele conductoare și/sau un compozit de plăci de circuite imprimate, a rezistenței ridicate și a forței de aderență ridicate a compozitului realizat din aceasta, deformarea și/sau mișcările relative induse termic, de exemplu ale plăcii de circuite imprimate sau ale compozitului de plăci de circuite imprimate, ale firelor de legătură, ale cipurilor și ale lipiturilor, care pot apărea în cazul încapsulării convenționale a electronicelor, în particular la sarcini electrice ridicate și la pierderile de căldură generate ca urmare a acestora, și care pot duce la dezintegrarea straturilor și a conexiunilor pe termen lung. Astfel, prin compozitul realizat din compoziția compozită se poate obține în mod avantajos o stabilizare sau fixarea prin compresie a tehnologiei de asamblare și de conectare pe substrat, de exemplu pe placa de circuit imprimat, de exemplu a unui strat de conectare, de exemplu un strat de lipire și/sau un strat de sinterizare, de exemplu între cipurile semiconductoare și placa de circuit imprimat, și/sau a conexiunilor prin lipire cu fir sau panglică, de exemplu în timpul ciclurilor termice, și, de exemplu, se poate preveni delaminarea termică și, de exemplu, o așa-numită desprindere a firelor de lipire. Aceasta înseamnă că prin compozitul realizat din compoziția compozită componenta electronică poate fi protejată și împotriva influențelor termomecanice, pe lângă cele mecanice. În comparație cu compușii de încapsulare pe bază de epoxidice, compozitul realizat din compoziția compozită poate avea o stabilitate termică ridicată și o

capacitate de încărcare continuă termică ridicată, de exemplu, de la peste 180 °C până la 260 °C (temperatura de joncțiune). Acest lucru permite, la rândul său, în mod avantajos, ca durata de viață a componentelor electronice și/sau electrice, în particular a celor de putere, să fie semnificativ crescută - de exemplu, cu un factor de 3 în comparație cu compuşii de încapsulare convenționali pentru acest scop - printr-o acoperire cu compoziția compozită.

În plus, silanoli au în mod avantajos o vâscozitate scăzută, ceea ce - spre deosebire de compuşii de încapsulare pe bază de polisiloxan sau de elastomeri de silicon, de exemplu - face posibilă obținerea unei compoziții compozite cu o bună fluiditate chiar și cu un conținut foarte ridicat de cel puțin un material de umplură și, în particular, cu o gamă largă de dimensiuni ale particulelor aceluși cel puțin un material de umplură și/sau cu materiale de umplură cu particule mari, de exemplu, într-un interval de la $\geq 1 \mu\text{m}$ până la $\leq 200 \mu\text{m}$, care poate fi, de asemenea, în mod avantajos, prelucrată, în particular turnată și/sau aplicată, fără presiune, adică folosind gravitația, și/sau fără a fi nevoie de vid și/sau fără a fi nevoie să se încălzească compusul de încapsulare în timpul aplicării.

Mai mult decât atât, vâscozitatea scăzută a cel puțin unui silanol și procentul său scăzut în greutate sau în volum permit ca particulele de cel puțin un material de umplură să fie legate chimic între ele prin structuri foarte subțiri, de exemplu straturi, formate din cel puțin un silanol, lucru prin care se pot obține o conductivitate termică ridicată, în particular peste $5 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, și o împrăștiere îmbunătățită a căldurii în interiorul compozitului format din acesta, care pot fi, în particular, semnificativ mai mari decât conductivitatea termică și răspândirea termică a compuşilor de încapsulare convenționali pe bază de polisiloxani sau elastomeri de silicon și/sau a gelurilor de silicon nepresurizate și care pot fi turnate la rece și/sau a poliuretanilor și/sau a rășinilor epoxidice umplute și neumplute, în particular a ultimelor două, care, în general, nu pot atinge decât conductivități termice de până la aproximativ $2,5 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

În cazul componentelor electronice de putere, disiparea eficientă a căldurii necesită în particular o conductivitate termică și o răspândire a căldurii ridicate, motiv pentru care compoziția compozită poate fi utilizată în mod deosebit favorabil pentru încapsulare. În particular în cazul modulelor electronice de putere cu așa-numitele cipuri

semiconductoare "bare die", care sunt construite pe plăci ceramice de circuite, de exemplu DBC (Direct Bonded Copper), AMB (Active Metal Brazed), LTCC (Low Temperature Cofired Ceramic) etc., compoziția compozită permite o creștere semnificativă a duratei de viață, de exemplu de cel puțin 3 ori mai mare față de o structură identică cu o turnare convențională de gel de silicon, și poate permite temperaturi de funcționare continuă mai ridicate, de exemplu de peste 180 °C, pe semiconductori. Deoarece utilizarea puterii semiconductoarelor SiC, de exemplu în modulele de cadru cu electronică de putere, este limitată în particular de nivelul temperaturii de funcționare continuă, iar compoziția compozită permite temperaturi de funcționare continuă mai ridicate, de exemplu de peste 180 °C, atunci și utilizarea puterii semiconductoarelor SiC, de exemplu în modulele de cadru cu electronică de putere, poate fi astfel, în mod avantajos, crescută de compoziția compozită.

Deoarece reacția de condensare a cel puțin unui silanol are loc efectiv numai la temperaturi ridicate, în particular de la ≥ 130 °C până la ≤ 250 °C, compoziția compozită poate avea în mod avantajos o durată de viață lungă în vas, de exemplu de câteva zile, la temperaturi moderate, de exemplu la temperatura camerei, într-un sistem închis, ceea ce este deosebit de avantajos pentru dezvoltarea procesului de producție în serie. Pentru a contracara sedimentarea umpluturii în timpul duratei de viață în vas, compoziția compozită poate fi, de exemplu, agitată continuu sau cel puțin agitată înainte de utilizare.

Deoarece reacția de condensare a cel puțin unui silanol are loc efectiv numai la temperaturi ridicate, în particular de la ≥ 130 °C până la ≤ 250 °C, compoziția compozită poate fi mai întâi uscată la temperaturi scăzute, de exemplu într-un interval de la ≥ 0 °C până la ≤ 90 °C, în particular folosind un vid, după aplicarea sa, de exemplu după turnare și/sau încapsulare și/sau acoperire - în particular înainte de întărire la o temperatură ridicată, de exemplu de la ≥ 130 °C până la ≤ 250 °C. Solvenții volatili, de exemplu solvenți organici, cum ar fi alcoolii și/sau apa, din ea pot fi eliminați în cadrul procesului. În timpul uscării, compoziția compozită poate rămâne în mod avantajos deformabilă, iar forma sa se poate adapta la mediul în care se află, de exemplu la forma unui substrat încapsulat și/sau acoperit cu aceasta, de exemplu o componentă electronică și/sau electrică. În acest fel, se pot reduce la minimum tensiunile mecanice și, de exemplu, fisurile. În plus, prin uscarea compoziției compozite înainte de polimerizare, se poate

reduce la minimum timpul în care substratul, de exemplu cel electronic, încapsulat și/sau acoperit cu compoziția compozită este în contact cu solvenții conținuți în aceasta, în particular cu apa.

În general, se poate obține astfel, în mod avantajos, o compoziție compozită care poate fi utilizată în mod simplu pentru turnare și/sau pentru umplere și/sau pentru acoperire, de exemplu pentru încapsulare, în particular pentru umplere, de exemplu pentru electronice și/sau electrice, în particular electronice de putere, și din care se poate forma un compozit solid, în particular rigid, adeziv, în particular autoadeziv, și stabil din punct de vedere termic, cu un coeficient scăzut de dilatare termică, cu o conductivitate termică ridicată și/sau cu o răspândire termică ridicată și cu o capacitate ridicată de încărcare termică pe termen lung. Compoziția compozită poate fi utilizată în mod deosebit de avantajos pentru încapsularea componentelor electronice și/sau electrice, în particular a componentelor electronice de putere, caz în care, prin compozitul realizat din aceasta, componentele electronice și/sau electrice pot fi protejate și, în particular, stabilizate la compresie și/sau durata lor de viață și/sau utilizarea energiei pot fi mărite.

În cadrul unei forme de realizare, compoziția compozită cuprinde $< 10\%$ în greutate de apă, pe baza greutății totale a compoziției compozite. De exemplu, compoziția compozită poate cuprinde $\geq 0\%$ în greutate până la $< 10\%$ în greutate, de exemplu $\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 5\%$ în greutate, în particular $\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 2\%$ în greutate, de apă, pe baza greutății totale a compoziției compozite.

În cadrul invenției, un conținut de apă cât mai mic posibil s-a dovedit a fi deosebit de avantajos. Pe de o parte, acest lucru se datorează faptului că uscarea și întărirea compoziției compozite se pot realiza în mod avantajos mai rapid și într-un mod mai economic din punct de vedere energetic dacă conținutul de apă al compoziției este cât mai mic posibil. Pe de altă parte, se poate reduce la minimum durata expunerii la apă, pe parcursul căreia se află în contact substraturile care urmează să fie echipate cu aceasta, de exemplu componente electronice și/sau electrice, de exemplu electronice de putere, care pot fi sensibile la apă, iar substratul care urmează să fie echipat cu aceasta poate fi protejat.

Acel cel puțin un material de umplutură poate fi, în principiu, un material de umplutură (singur) sau o combinație de două sau mai multe materiale de umplutură.

După cum s-a explicat deja, acel cel puțin un material de umplutură poate avea în particular o suprafață cu grupări OH. Materialele de umplutură ceramice și/sau metalice au, în general, cel puțin o mică proporție de grupări OH pe suprafața lor. În particular, un material de umplutură ceramic poate fi înțeles ca fiind un material de umplutură anorganic nemetalic. După cum s-a explicat deja, acesta poate fi cazul umpluturilor ceramice, de exemplu oxidice și/sau silicatic, datorită unei compoziții care conține oxigen în umplutura ca atare, de exemplu oxid de aluminiu, dioxid de siliciu, etc. În cazul altor materiale de umplutură ceramice, de exemplu materiale de umplutură nitridice, și/sau materiale de umplutură metalice, de exemplu pe bază de cupru, argint, aur, nichel, aluminiu, fier etc., suprafața poate avea, de asemenea, grupări OH. Aceasta se poate baza, de exemplu, pe un înveliș de oxid rezultând în mod nativ la contactul cu aerul, și care se poate forma, de exemplu, prin reacția cu umiditatea aerului și/sau prin tratament termic ținut asistat termic cu oxigen și apă.

În cadrul unei alte forme de realizare, acel cel puțin un material de umplutură cuprinde, prin urmare, cel puțin un material de umplutură ceramic și/sau metalic. În particular, acel cel puțin un material de umplutură poate fi un material de umplutură ceramic și/sau metalic.

Pentru anumite aplicații în care proprietățile materialelor de umplutură metalice sunt avantajoase, de exemplu pentru a produce un compozit conducător electric și/sau catalitic activ și, eventual, conducător termic, acel cel puțin un material de umplutură poate cuprinde sau poate fi de exemplu cel puțin un material de umplutură metalic.

Pentru alte aplicații în care proprietățile materialelor de umplutură ceramice sunt avantajoase, de exemplu pentru a produce un compozit izolator electric și/sau termoconductor, acel cel puțin un material de umplutură poate în particular să cuprindă sau să fie cel puțin un material de umplutură ceramic.

Datorită proprietăților lor de izolare electrică, materialele de umplutură ceramice s-au dovedit a fi deosebit de avantajoase pentru aplicarea compoziției compozite pe componente electrice și/sau electronice, cum ar fi cele electronice de putere.

În cadrul unei alte forme de realizare, acel cel puțin un material de umplutură cuprinde, prin urmare, cel puțin un material de umplutură ceramic. În particular, acel cel puțin un material de umplutură poate fi un material de umplutură ceramic.

În cadrul unei alte forme de realizare, acel cel puțin un material de umplutură cuprinde cel puțin un material de umplutură oxidic și/sau nitridic și/sau carbidic și/sau silicatic. În particular, acel cel puțin un material de umplutură poate fi cel puțin un material de umplutură oxidic și/sau nitridic și/sau carbidic și/sau silicatic.

Materialele de umplutură oxidice și/sau nitridice și/sau carbidice și/sau silicaticice pot fi în mod avantajos atât conductoare termic, cât și izolatoare electric și, în plus, au coeficienți de dilatare termică favorabili. Prin urmare, materialele de umplutură oxidice și/sau nitridice și/sau carbidice și/sau silicaticice pot fi utilizate în mod deosebit de avantajos pentru aplicarea compoziției compozite pe componente electronice și/sau electrice. Materialele de umplutură oxidice și/sau nitridice și/sau carbidice și/sau silicaticice pot asigura o izolație electrică (izolație de înaltă tensiune), în particular la tensiuni ridicate și la distanțe mici între potențiale electrice diferite. Materialele de umplutură oxidice și/sau nitridice și/sau carbidice și/sau silicaticice pot fi utilizate, prin urmare, în mod deosebit de avantajos pentru aplicarea compoziției compozite pe componente electronice de putere.

În particular, acel cel puțin un material de umplutură pentru aplicarea compoziției compozite pe componente electronice și/sau electrice, în particular pe componente electronice de putere, poate fi fără ioni alcalini și fără ioni de halogenuri. Acest lucru poate îmbunătăți în mod avantajos și mai mult izolarea electrică și durata de viață a componentelor electrice și/sau electronice.

În cadrul unei configurații, acel cel puțin un material de umplutură cuprinde cel puțin un material de umplutură oxidic și/sau silicatic. În particular, acel cel puțin un material de umplutură poate fi un material de umplutură oxidic și/sau silicatic.

Materialele de umplutură oxidice și/sau silicatice au în mod avantajos o proporție deosebit de mare de grupări OH, datorită compoziției cu conținut de oxigen a materialului de umplutură ca atare. Astfel, se poate obține în mod avantajos un grad deosebit de ridicat de legare a celui cel puțin un material de umplutură în compozit, ceea ce, la rândul său, permite obținerea unei stabilități mecanice și/sau a unei conductivități termice ridicate a compozitului.

În cadrul unei alte forme de realizare, acel cel puțin un material de umplutură cuprinde oxid de aluminiu (Al_2O_3) și/sau dioxid de siliciu (SiO_2) și/sau oxid de magneziu (MgO) și/sau oxid de zinc (ZnO) și/sau oxid de zirconiu (ZrO_2) și/sau forsterit (Mg_2SiO_4) și/sau nitrură de aluminiu (AlN) și/sau nitrură de bor (BN) și/sau nitrură de siliciu (Si_3N_3). De exemplu, acel cel puțin un material de umplutură poate fi oxid de aluminiu și/sau dioxid de siliciu și/sau oxid de magneziu și/sau oxid de zirconiu și/sau forsterit și/sau nitrură de aluminiu și/sau nitrură de bor și/sau nitrură de siliciu.

Aceste materiale de umplutură s-au dovedit a fi deosebit de avantajoase pentru aplicarea compoziției compozite pe componente electronice și/sau electrice, în particular pe componente electronice de putere, datorită conductivității lor termice ridicate, a capacității lor de izolare electrică ridicate, care este adecvată și pentru o izolare de înaltă tensiune, și a coeficienților lor de dilatare termică.

În particular, acel cel puțin un material de umplutură poate cuprinde oxid de aluminiu și/sau dioxid de siliciu și/sau oxid de magneziu și/sau oxid de zirconiu și/sau forsterit. De exemplu, acel cel puțin un material de umplutură poate fi oxid de aluminiu și/sau oxid de siliciu și/sau oxid de magneziu și/sau oxid de zirconiu și/sau forsterit. Astfel, se poate obține în mod avantajos un grad deosebit de ridicat de legare a celui cel puțin un material de umplutură în compozit, ceea ce, la rândul său, poate duce la o stabilitate mecanică și/sau o conductivitate termică ridicată a compozitului.

În cadrul unei configurații speciale, acel cel puțin un material de umplutură cuprinde oxid de aluminiu. De exemplu, acel cel puțin un material de umplutură poate fi oxid de

aluminiu, de exemplu oxid de aluminiu fără ioni alcalini și fără ioni de halogenuri, de exemplu oxid de aluminiu de înaltă puritate.

Oxidul de aluminiu are, în mod avantajos, o conductivitate termică ridicată, o capacitate de izolare electrică ridicată, în particular care este adecvată și pentru izolarea de înaltă tensiune, și un coeficient de dilatare termică adecvat pentru componente electronice și/sau electrice, în particular pentru componente electronice de putere, precum și o proporție ridicată de grupări OH pe suprafață pentru a obține un grad ridicat de legare și, în plus, este, în mod avantajos, relativ ieftin.

În cadrul invenției, s-a constatat în mod surprinzător că acel cel puțin un silanol într-o cantitate relativ mică de $\geq 1\%$ în greutate până la $\leq 15\%$ în greutate, în particular de la $\geq 2\%$ în greutate până la $\leq 12\%$ în greutate, pe baza greutății totale a compoziției compozite, poate fi utilizat pentru a realiza grade de umplere ridicate până la foarte ridicate ale aceluși cel puțin un material de umplură. De exemplu, pe baza greutății totale a compoziției compozite, compoziția compozită poate cuprinde $\geq 15\%$ în greutate sau $\geq 20\%$ în greutate sau $\geq 25\%$ în greutate sau $\geq 30\%$ în greutate sau $\geq 35\%$ în greutate sau $\geq 40\%$ în greutate sau $\geq 45\%$ în greutate sau $\geq 50\%$ în greutate sau $\geq 55\%$ în greutate, de exemplu până la $\leq 95\%$ în greutate sau $\leq 94\%$ în greutate sau $\leq 93\%$ în greutate sau $\leq 92\%$ în greutate, opțional până la $\leq 91\%$ în greutate sau $\leq 90\%$ în greutate, de acel cel puțin un material de umplură.

Un grad ridicat de umplere al aceluși cel puțin unui material de umplură poate optimiza în mod avantajos și mai mult stabilitatea mecanică, conductivitatea termică, capacitatea de izolare electrică și coeficientul de dilatare termică a compozitului realizat din compoziția compozită și, în particular, poate minimiza o contracție a compoziției compozite în timpul întăririi pentru a forma compozitul.

În cadrul unei alte forme de realizare, compoziția compozită cuprinde așadar, pe baza greutății totale a compoziției compozite, de la $\geq 60\%$ în greutate până la $\leq 95\%$ în greutate de acel cel puțin un material de umplură.

În particular, compoziția compozită, pe baza greutateii totale a compoziției compozite, poate fi $\geq 61\%$ în greutate sau $\geq 62\%$ în greutate sau $\geq 63\%$ în greutate sau $\geq 64\%$ în greutate sau $\geq 65\%$ în greutate sau $\geq 66\%$ în greutate sau $\geq 67\%$ în greutate sau $\geq 68\%$ în greutate sau $\geq 69\%$ în greutate, de exemplu $\geq 70\%$ în greutate sau $\geq 71\%$ în greutate sau $\geq 72\%$ în greutate sau $\geq 73\%$ în greutate sau $\geq 74\%$ în greutate sau $\geq 75\%$ în greutate sau $\geq 76\%$ în greutate sau $\geq 77\%$ în greutate sau $\geq 78\%$ în greutate sau $\geq 79\%$ în greutate, de exemplu $\geq 80\%$ în greutate sau $\geq 81\%$ în greutate sau $\geq 82\%$ în greutate sau $\geq 83\%$ în greutate sau $\geq 84\%$ în greutate sau $\geq 85\%$ în greutate, opțional $\geq 86\%$ în greutate sau $\geq 87\%$ în greutate sau $\geq 88\%$ în greutate, până la $\leq 95\%$ în greutate, de exemplu până la $\leq 94\%$ în greutate sau $\leq 93\%$ în greutate, de exemplu până la $\leq 92\%$ în greutate, de acel cel puțin un material de umplură.

În cadrul unei configurații speciale, compoziția compozită cuprinde, pe baza greutateii totale a compoziției compozite, $\geq 85\%$ în greutate, de exemplu $\geq 86\%$ în greutate sau $\geq 87\%$ în greutate, de exemplu $\geq 88\%$ în greutate, până la $\leq 95\%$ în greutate, de exemplu până la $\leq 94\%$ în greutate sau $\leq 93\%$ în greutate, de exemplu până la $\leq 92\%$ în greutate, de acel cel puțin un material de umplură.

Acest lucru s-a dovedit a fi deosebit de avantajos în ceea ce privește stabilitatea mecanică, conductivitatea termică, proprietățile de izolare electrică și coeficientul de dilatare termică a compozitului realizat din compoziția compozită, precum și reducerea la minimum a contracției compoziției compozite în timpul întăririi pentru a forma compozitul.

De exemplu, compoziția compozită poate cuprinde, pe baza greutateii totale a compoziției compozite, $\geq 88\%$ în greutate până la $\leq 92\%$ în greutate de acel cel puțin un material de umplură.

Acel cel puțin un material de umplură poate avea, de exemplu, o valoare D50 (sau o dimensiune mediană a grăuntelui) cuprinsă între $\geq 0,1 \mu\text{m}$ și $\leq 110 \mu\text{m}$ și/sau o gamă de dimensiuni ale grăuntelui, în particular între cel mai mic și cel mai mare grăunte, cuprinsă între $\geq 0,05 \mu\text{m}$ și $\leq 200 \mu\text{m}$ și/sau o dimensiune maximă a grăuntelui de $\leq 200 \mu\text{m}$.

În cadrul unei alte forme de realizare, acel cel puțin un material de umplutură cuprinde cel puțin un material de umplutură grosier și cel puțin un material de umplutură fin.

Acel cel puțin un material de umplutură fin poate fi utilizat în mod avantajos pentru a umple spațiile dintre particulele aceluși cel puțin un material de umplutură grosier. În acest fel, se poate obține în mod avantajos un grad de umplere deosebit de ridicat, îmbunătățind astfel în continuare proprietățile compozitului realizat din compoziția compozită, cum ar fi stabilitatea mecanică și/sau coeficientul de dilatare termică și/sau conductivitatea termică și/sau capacitatea de izolare electrică, și minimizând și mai mult contracția în timpul întăririi compoziției compozite pentru a forma compozitul.

În cadrul unei configurații speciale a acestei forme de realizare, acel cel puțin un material de umplutură grosier are o gamă de dimensiuni ale grăuntelui, în particular între cel mai mic și cel mai mare grăunte, cuprinsă între $\geq 1 \mu\text{m}$ și $\leq 200 \mu\text{m}$ și/sau o valoare D50 (sau o dimensiune mediană a grăuntelui) cuprinsă între $\geq 5 \mu\text{m}$ și $\leq 110 \mu\text{m}$, de exemplu între $\geq 10 \mu\text{m}$ și $\leq 40 \mu\text{m}$.

În cadrul unei alte configurații speciale, alternativă sau suplimentară, în particular suplimentară, a acestei forme de realizare, acel cel puțin un material de umplutură fin are o gamă de dimensiuni ale grăuntelui, în particular între cel mai mic și cel mai mare grăunte, într-un interval de la $\geq 0,05 \mu\text{m}$ până la $\leq 1 \mu\text{m}$ și/sau o valoare D50 (sau o dimensiune mediană a grăuntelui) într-un interval de la $\geq 0,1 \mu\text{m}$ până la $\leq 0,9 \mu\text{m}$, de exemplu într-un interval de la $\geq 0,1 \mu\text{m}$ până la $\leq 0,2 \mu\text{m}$.

Acest lucru s-a dovedit a fi deosebit de avantajos pentru obținerea unui grad ridicat de umplere și pentru îmbunătățirea proprietăților compozitului realizat din compoziția compozită, cum ar fi stabilitatea mecanică și/sau coeficientul de dilatare termică și/sau conductivitatea termică și/sau capacitatea de izolare electrică, precum și pentru reducerea la minimum a contracției atunci când compoziția compozită este întărită pentru a forma compozitul.

În cadrul unei alte forme de realizare, compoziția compozită cuprinde, pe baza greutateii totale a compoziției compozite,

$\geq 60\%$ în greutate până la $\leq 90\%$ în greutate de acel cel puțin un material de umplură grosier și

$\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 8\%$ în greutate de acel cel puțin un material de umplură fin.

Acest lucru s-a dovedit a fi deosebit de avantajos pentru obținerea unui grad ridicat de umplere și pentru îmbunătățirea proprietăților compozitului realizat din compoziția compozită, cum ar fi stabilitatea mecanică și/sau coeficientul de dilatare termică și/sau conductivitatea termică și/sau capacitatea de izolare electrică, precum și pentru reducerea la minimum a contracției atunci când compoziția compozită este întărită pentru a forma compozitul. O combinație a celor două forme de realizare explicate mai sus poate optimiza în mod avantajos și mai mult densitatea de ambalare și, prin urmare, gradul de umplere și avantajele care pot fi obținute ca urmare.

De exemplu, compoziția compozită poate cuprinde, pe baza greutății totale a compoziției compozite, de la $\geq 2\%$ în greutate până la $\leq 12\%$ în greutate de acel cel puțin un silanol. De exemplu, compoziția compozită poate cuprinde, pe baza greutății totale a compoziției compozite, de la $\geq 3\%$ în greutate până la $\leq 11\%$ în greutate de acel cel puțin un silanol. În particular, compoziția compozită poate cuprinde, pe baza greutății totale a compoziției compozite, de la $\geq 5\%$ în greutate la $\leq 10\%$ în greutate de acel cel puțin un silanol. Acest lucru s-a dovedit a fi deosebit de avantajos în cadrul invenției.

Acel cel puțin un silanol poate fi, de exemplu, un (singur) silanol sau o combinație de doi sau mai mulți silanoli similari sau diferiți.

În cadrul unei alte forme de realizare, acel cel puțin un silanol cuprinde cel puțin un silantriol. În particular, un silantriol poate fi înțeles ca fiind un silanol în care trei grupări hidroxil sunt legate de un atom de siliciu. Silantrioli pot fi denumiți, de asemenea, trihidroxisilani, de exemplu. Faptul că acel cel puțin un silanol conține cel puțin un silanetriol s-a dovedit a fi avantajos în ceea ce privește stabilitatea mecanică și/sau coeficientul de dilatare termică și/sau conductivitatea termică și/sau capacitatea de izolare electrică.

Faptul că acel cel puțin un silantriol are trei grupări hidroxil înseamnă că acesta poate forma în mod avantajos, în particular prin intermediul unei reacții de condensare a grupărilor hidroxil, o rețea tridimensională, în particular polimerică, bazată pe structuri Si-O-Si-O, în cadrul compozitului. Astfel, în mod avantajos, se poate obține atât un grad deosebit de ridicat de reticulare, în particular în cadrul rețelei tridimensionale, în particular polimerică, bazată pe structuri Si-O-Si-O, formată prin reacția de condensare a grupărilor hidroxil, cât și un grad ridicat de legare, în particular al rețelei tridimensionale, în particular polimerică, bazată pe structuri Si-O-Si-O, formată prin reacția de condensare a grupărilor hidroxil, la particulele acelui cel puțin un material de umplură și - de exemplu, atunci când compoziția compozită vine în contact cu o suprafață care conține grupări OH, de exemplu o suprafață metalică și/sau ceramică - de asemenea la această suprafață. În acest fel, stabilitatea mecanică și/sau puterea de aderență pe suprafață și/sau coeficientul de dilatare termică și/sau conductivitatea termică și/sau capacitatea de izolare electrică a compozitului și durata de viață a componentelor echipate cu acesta, de exemplu a componentelor electronice și/sau electrice încapsulate cu acesta, în particular a componentelor electronice de putere, pot fi optimizate în continuare.

Acel cel puțin un silantriol poate fi, în particular, constituentul principal al cel puțin unui silanol.

După cum se va explica mai în detaliu mai târziu, acel cel puțin un silanol poate fi produs în particular prin hidroliza a cel puțin unui trialcoxisilan. Acel cel puțin un silanol poate cuprinde cel puțin un silantriol, în particular ca principal constituent. Acel cel puțin un silantriol poate fi realizat, de exemplu, prin hidroliza completă a cel puțin unui trialcoxisilan. În plus față de acel cel puțin un silantriol ca principal constituent, acel cel puțin un silanol poate să cuprindă, în mod opțional, alți alcoxisilanoli, în particular alcoxisilanoli care nu au fost încă complet hidrolizați sau doar parțial hidrolizați, de exemplu cel puțin un alcoxisilanol, de exemplu doar parțial hidrolizat, ca și constituent(i) secundar(i). În mod avantajos, s-a constatat că astfel de constituenți secundari - în particular și în cazul unei compoziții compozite care, ca atare, este săracă în apă sau anhidră - se pot hidroliza în continuare și apoi se pot condensa din nou în reacția de condensare ulterioară în timpul întăririi compoziției compozite, deoarece în reacția de condensare din timpul întăririi compoziției compozite se eliberează apă, prin care grupările

alcoxi ale alcoxisilanolilor conținuți în acel cel puțin un silanol, care au fost doar parțial hidrolizați până în acel moment, sunt ulterior hidrolizate în grupări hidroxil cu eliberare de alcool și pot fi apoi condensate din nou cu eliberare de apă.

În cadrul unei alte forme de realizare, acel cel puțin un silanol, în particular acel cel puțin un silantriol, are un radical organic. Acel cel puțin un silanol, în particular acel cel puțin un silantriol, poate să cuprindă sau să fie un silanol, de exemplu silantriol, care este substituit simplu cu un radical organic. Radicalul organic poate fi utilizat în mod avantajos pentru a modifica proprietățile compoziției compozite și/sau ale compozitului realizat din aceasta. De exemplu, lungimea catenei radicalului organic poate fi utilizată pentru a ajusta elasticitatea compozitului realizat.

De exemplu, radicalul organic poate avea o lungime de catenă ≥ 1 atom, în particular o lungime de catenă ≥ 2 atomi sau ≥ 3 atomi, de exemplu o lungime de catenă ≥ 4 sau ≥ 5 sau ≥ 6 atomi, de exemplu o lungime de catenă ≥ 7 atomi. În acest fel, elasticitatea compozitului întărit poate fi ajustată în mod avantajos și, de exemplu, se poate evita o formare de microfisuri.

În principiu, radicalul organic poate să cuprindă o grupare nereactivă ca atare, de exemplu o grupare alchil, de exemplu o grupare metil, etil sau propil, și/sau o catenă alchilenică, de exemplu o catenă metilenică, etilenică sau propilenică, și/sau o grupare arilică, de exemplu o grupare fenil. De exemplu, radicalul organic poate fi o grupare alchil, de exemplu o grupare metil sau o grupare etil sau o grupare propil, și/sau o grupare aril, de exemplu o grupare fenil.

În cadrul unei alte configurații speciale, alternativă sau suplimentară, a acestei forme de realizare, radicalul organic are totuși cel puțin o grupare funcțională, adică cel puțin o grupare reactivă. Acea cel puțin o grupare funcțională de la radicalul organic al cel puțin unui silanol, în particular silantriol, poate fi utilizată în mod avantajos, de asemenea, pentru a modifica proprietățile compoziției compozite și/sau ale compozitului realizat din aceasta. De exemplu, se poate îmbunătăți în continuare aderența compoziției compozite și a compozitului realizat din aceasta la anumite substraturi și, eventual, și la acel cel puțin un material de umplură.

De exemplu, acea cel puțin o grupare funcțională a radicalului organic al cel puțin unui silanol, în particular silantriol, poate cuprinde sau poate fi o grupare epoxidică și/sau o grupare amino și/sau o grupare mercapto și/sau o grupare vinil. În mod avantajos, acea cel puțin o grupare funcțională poate îmbunătăți în continuare legarea rețelei în particular polimerice, formate în particular prin intermediul unei reacții de condensare a cel puțin unui silanol, la cel puțin un substrat, de exemplu metalic, și/sau, opțional, la acel cel puțin un material de umplură.

De exemplu, acea cel puțin o grupare funcțională a radicalului organic al cel puțin unui silanol, în particular silantriol, poate cuprinde sau poate fi o grupare epoxidică. În particular, acel cel puțin un silanol poate fi un epoxisilanol. Acel cel puțin un silantriol poate fi, în particular, un epoxisilantriol sau un epoxitrihidroxisilan.

Alternativ sau suplimentar, acea cel puțin o grupare funcțională a radicalului organic al cel puțin unui silanol, în particular silantriol, poate cuprinde sau poate fi, de exemplu, o grupare amino. Acel cel puțin un silanol poate fi în particular un aminosilanol. Acel cel puțin un silantriol poate fi în particular un aminosilantriol sau un aminotrihidroxisilan.

Alternativ sau suplimentar, acea cel puțin o grupare funcțională a radicalului organic al cel puțin unui silanol, în particular silantriol, poate cuprinde sau poate fi, de exemplu, o grupare mercapto. Acel cel puțin un silanol poate fi în particular un mercaptosilanol. Acel cel puțin un silantriol poate fi în particular un mercaptosilantriol sau un trihidroximercaptosilan.

Alternativ sau suplimentar, acea cel puțin o grupare funcțională a radicalului organic al cel puțin unui silanol, în particular silantriol, poate cuprinde sau poate fi, de exemplu, o grupare vinil. În particular, acel cel puțin un silanol poate fi un vinilsilanol. Acel cel puțin un silantriol poate fi în particular un vinilsilantriol sau un trihidroxivinilsilan.

Acel cel puțin un silanol, în particular acel cel puțin un silantriol, poate fi, de exemplu, un (singur) silanol, în particular silantriol, sau o combinație de doi sau mai mulți silanoli diferiți, în particular silantrioli, de exemplu o combinație a unui prim silanol, în particular

silantriol, cu un prim radical organic, de exemplu cu o primă grupare funcțională și/sau cu o primă lungime de catenă, de exemplu (3-glicidiloxipropil)silantriol sau 3-mercaptopropil silantriol, și un al doilea silanol, în particular silantriol, cu un al doilea radical organic, în particular diferit de primul radical organic, de exemplu cu o a doua grupare funcțională și/sau cu o a doua lungime de catenă, de exemplu 3-mercaptopropilsilanetriol sau (3-glicidiloxipropil)silantriol, și/sau de exemplu, opțional, și cu o grupare nereactivă, cum ar fi o grupare alchil și/sau o grupare aril, de exemplu metilsilantriol.

Acel cel puțin un silanol sau acel cel puțin un silantriol poate fi obținut, în principiu, de la furnizorii convenționali de produse chimice. Cu toate acestea, silanolii și silantriolii disponibili în comerț sunt de obicei vânduți sub formă de soluții apoase de silanol cu un conținut ridicat de apă, de exemplu $\geq 70\%$ în greutate, raportat la greutatea totală a soluției de silanol. După cum s-a explicat deja mai sus, un conținut de apă cel mai mic posibil în compoziția compozită s-a dovedit totuși a fi avantajos în ceea ce privește viteza și eficiența energetică a uscării și întăririi acesteia.

Pentru a putea utiliza silanoli cu cel mai mic conținut de apă posibil în compoziția compozită, în cadrul invenției a fost dezvoltat un procedeu de preparare explicat mai detaliat mai târziu, pentru o compoziție de silanol explicată mai detaliat mai târziu, în care se amestecă cel puțin un trialcosisilan și apă formându-se cel puțin un silanol, în particular silantriol, și cel puțin un alcool, în particular într-un sistem închis, de exemplu la o temperatură $\geq 60\text{ }^{\circ}\text{C}$, de exemplu $\geq 70\text{ }^{\circ}\text{C}$, în particular la o temperatură într-un interval de la $\geq 60\text{ }^{\circ}\text{C}$, de exemplu $\geq 70\text{ }^{\circ}\text{C}$, în particular până la $< 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, ceea ce face posibilă obținerea unui silanol anhidru prin adăugarea unei cantități de apă care este doar ușor suprastoichiometrică pentru gradul de hidroliză dorit sau, dacă este necesar, chiar prin adăugarea unei cantități de apă care este stoichiometrică pentru gradul de hidroliză dorit sau, dacă este necesar, chiar a unei cantități de apă care este ușor sub-stoichiometrică pentru gradul de hidroliză dorit, reducând astfel la minimum conținutul de apă din compoziția compozită.

În cadrul unei alte forme de realizare, prin urmare, acel cel puțin un silanol și/sau acel cel puțin un alcool explicat mai târziu, de exemplu acel cel puțin un silanol și acel cel puțin un alcool explicat mai târziu, sunt prezenți în compoziția compozită sub forma unei compoziții

de silanol conform invenției, explicată mai în detaliu mai târziu, de exemplu. În particular, compoziția de silanol poate cuprinde cel puțin un silanol și cel puțin un alcool. Compoziția de silanol poate fi preparată, de exemplu, prin reacționarea unui amestec de cel puțin un trialcxisilan și apă.

În timpul amestecării, grupările alcoxi ale cel puțin unui trialcxisilan pot fi hidrolizate de apă, formând grupări hidroxi (în locul grupărilor alcoxi) pe atomul de siliciu al silanolului și formând astfel cel puțin un silanol, în particular cel puțin un tihidroxisilanol, și formând cel puțin un alcool.

Datorită formării grupărilor hidroxi, silanolul format devine în mod avantajos solubil, în particular nu numai în apă, ci și în particular în alcoolul format din grupările alcoxi hidrolizate ale trialcxisilanului, ceea ce face posibilă utilizarea silanolului format, dizolvat alcoolic, direct sub forma soluției alcoolice obținute, în compoziția compozită.

Printr-o reducere la minimum a cantității de apă utilizate în amestec, se poate obține în mod avantajos ca acea compoziție de silanol rezultată să conțină doar o cantitate mică sau chiar deloc semnificativă de apă, ceea ce poate avea un efect avantajos asupra compoziției compozite, după cum a fost explicat deja.

De exemplu, amestecul utilizat pentru a prepara compoziția de silanol, pe baza greutatei totale a amestecului, poate să cuprindă

$\geq 70\%$ în greutate până la $\leq 90\%$ în greutate, în particular $\geq 75\%$ în greutate până la $\leq 90\%$ în greutate, de exemplu $\geq 76\%$ în greutate până la $\leq 85\%$ în greutate, de cel puțin un trialcxisilan și

$\geq 10\%$ în greutate până la $\leq 30\%$ în greutate, de exemplu $\geq 10\%$ în greutate până la $\leq 25\%$ în greutate, în particular $\geq 15\%$ în greutate până la $\leq 24\%$ în greutate, de apă.

Pentru a reduce la minimum conținutul de apă al compoziției de silanol și, prin urmare, al compoziției compozite, în amestecul pentru prepararea compoziției de silanol se utilizează de preferință o cantitate de apă prin care cel puțin o mare parte din grupările alcoxi, în particular toate grupările alcoxi, ale cel puțin unui trialcxisilan se transformă în grupări

hidroxi ale cel puțin unui silanol, în particular ale silantriolului, și/sau se transformă complet în grupări hidroxi ale cel puțin unui silanol, în particular ale silantriolului.

Acest lucru se poate realiza în particular prin utilizarea apei într-o cantitate stoichiometrică sau cel mult într-o cantitate ușor suprastoichiometrică, de exemplu cu un factor $\leq 1,7$, de exemplu $\leq 1,5$, în particular $\leq 1,3$, de exemplu $\leq 1,1$, dar de preferință într-o cantitate stoichiometrică, în particular cu un factor de 1, la grupările alcoxi ale cel puțin unui trialcoxisilan.

Prin utilizarea apei într-o astfel de cantitate pentru grupările alcoxi ale cel puțin unui trialcoxisilan, acel cel puțin un silanol, în particular acel cel puțin un silantriol, poate fi utilizat în mod avantajos în compoziția compozită sub forma unei soluții alcoolice cu conținut scăzut de apă, aproape anhidre, ceea ce s-a dovedit a fi deosebit de avantajos pentru prelucrare și/sau pentru o uscare și/sau întărire mai rapidă și mai puțin consumatoare de energie a compoziției compozite.

În particular, reacționarea unui amestec poate avea loc într-un sistem închis. În acest fel, este avantajos să se asigure că alcoolul care se formează și, de asemenea, apa necesară pentru reacție (până la transformarea) rămân în amestec.

Amestecarea poate avea loc în particular la o anumită temperatură și/sau pentru o anumită perioadă de timp.

În particular, amestecarea poate avea loc la o temperatură ≥ 60 °C, de exemplu ≥ 70 °C, în particular până la < 100 °C. O temperatură ≥ 60 °C, de exemplu ≥ 70 °C, poate accelera în mod avantajos reacția de hidroliză. Prin limitarea temperaturii la mai puțin de 100 °C, pot fi evitate în mod avantajos reacțiile premature de condensare.

În măsura în care temperatura selectată este superioară punctului de fierbere al alcoolului care urmează să fie format, sistemul închis poate fi, în particular, rezistent la presiune și/sau conceput ca autoclavă.

Timpul specific pentru care amestecul este amestecat depinde în particular de temperatura selectată. La o temperatură de 70 °C, amestecul poate deveni limpede deja după 45 de minute, ceea ce indică practic formarea de silanoli, dar pentru a forma silantrioli, amestecul se amestecă la 70 °C timp de cel puțin 3 ore, de exemplu până la o zi. La temperaturi mai ridicate, timpul necesar pentru amestecare se reduce în funcție de temperatura aplicată.

Alcoolul care se formează, de preferință, nu este eliminat din amestec sau rămâne în amestec. În mod similar, este preferabil să nu se mai adauge apă.

Acel cel puțin un trialcoxisilan poate cuprinde sau poate fi, de exemplu, cel puțin un trimetoxisilan și/sau cel puțin un trietoxisilan și/sau cel puțin un tripropoxisilan și/sau cel puțin un tributoxisilan. Acel cel puțin un alcool poate să cuprindă sau să fie, de exemplu, metanol și/sau etanol și/sau propanol, de exemplu izo-propanol și/sau n-propanol, și/sau butanol, de exemplu terț-butanol și/sau sec-butanol și/sau izo-butanol și/sau n-butanol.

De exemplu, acel cel puțin un trialcoxisilan poate cuprinde sau poate fi cel puțin un trietoxisilan și/sau cel puțin un tripropoxisilan și/sau cel puțin un tributoxisilan. Acel cel puțin un alcool poate să cuprindă sau să fie, de exemplu, etanol și/sau propanol, de exemplu izo-propanol și/sau n-propanol, și/sau butanol, de exemplu terț-butanol și/sau sec-butanol și/sau izo-butanol și/sau n-butanol. Acești trialcoxisilani s-au dovedit a fi avantajoși în ceea ce privește toxicitatea scăzută și buna prelucrabilitate a alcoolului format din aceștia, în compoziția compozită.

De exemplu, acel cel puțin un trialcoxisilan poate cuprinde sau poate fi cel puțin un trietoxisilan și/sau cel puțin un tripropoxisilan. Acel cel puțin un alcool poate cuprinde sau poate fi, de exemplu, etanol și/sau propanol, de exemplu izo-propanol și/sau n-propanol.

În particular, acel cel puțin un trialcoxisilan poate cuprinde sau poate fi cel puțin un trietoxisilan. În particular, acel cel puțin un alcool poate să cuprindă sau să fie etanol. Acești trialcoxisilani s-au dovedit a fi avantajoși în ceea ce privește toxicitatea scăzută, buna prelucrabilitate a alcoolului format din aceștia, în compoziția compozită, și costurile de producție reduse.

Acel cel puțin un trialcoxisilan poate să mai cuprindă sau să fie - analog cu ceea ce s-a explicat mai sus - în particular un radical organic, de exemplu, cu o lungime de catenă ≥ 1 atom, de exemplu cu o lungime de catenă ≥ 2 atomi sau ≥ 3 atomi, de exemplu cu o lungime de catenă ≥ 4 sau ≥ 5 sau ≥ 6 atomi, de exemplu cu o lungime de catenă ≥ 7 atomi, și/sau cu cel puțin o grupare funcțională, de exemplu cu cel puțin o grupare epoxidică și/sau o grupare amino și/sau o grupare mercapto și/sau o grupare vinil, în particular o grupare epoxidică. De exemplu, acel cel puțin un trialcoxisilan poate cuprinde sau poate fi (3-glicidiloxipropil)triethoxisilan (GLYEO).

Datorită procedurii de fabricație, compoziția de silanol astfel obținută cuprinde un conținut ridicat de alcool și poate fi utilizată în mod avantajos atât pentru a furniza cel puțin un silanol în compoziția compozită conform invenției și/sau ca aditiv pentru compoziția compozită, cât și ca atare, ca o compoziție de turnare pentru aplicarea pe un material, în particular un material metalic și/sau ceramic, și/sau cu cel puțin un material de umplură, în particular un material de umplură ceramic și/sau metalic. De exemplu, compoziția de silanol ca atare poate fi utilizată ca o compoziție de turnare pentru acoperirea și/sau încapsularea unui material, în particular a unui material metalic și/sau ceramic, și/sau cu cel puțin un material de umplură, în particular un material de umplură ceramic și/sau metalic.

O compoziție de silanol preparată din cantitățile de trialcoxisilan și apă menționate mai sus poate să cuprindă de exemplu, pe baza greutateii totale a compoziției de silanol, $\geq 30\%$ în greutate până la $\leq 70\%$ în greutate, de exemplu $\geq 35\%$ în greutate până la $\leq 65\%$ în greutate, în particular $\geq 40\%$ în greutate până la $\leq 60\%$ în greutate, de cel puțin un silanol, $\geq 25\%$ în greutate până la $\leq 70\%$ în greutate, de exemplu $\geq 30\%$ în greutate până la $\leq 65\%$ în greutate, în particular $\geq 40\%$ în greutate până la $\leq 60\%$ în greutate, de cel puțin un alcool, de exemplu metanol și/sau etanol și/sau propanol, de exemplu izo-propanol și/sau n-propanol, și/sau butanol, de exemplu terț-butanol, sec-butanol și/sau izo-butanol și/sau n-butanol, și

$\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 20\%$ în greutate, de exemplu $\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 15\%$ în greutate sau $\leq 10\%$ în greutate, în particular $\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 5\%$ în greutate, de apă.

În particular, procentul în greutate al cel puțin unui silanol, procentul în greutate al cel puțin unui alcool și procentul în greutate al apei se pot adăuga până la 100% în greutate sau compoziția de silanol poate consta din

$\geq 30\%$ în greutate până la $\leq 70\%$ în greutate, de exemplu $\geq 35\%$ în greutate până la $\leq 65\%$ în greutate, în particular $\geq 40\%$ în greutate până la $\leq 60\%$ în greutate, de cel puțin un silanol,

$\geq 25\%$ în greutate până la $\leq 70\%$ în greutate, de exemplu $\geq 30\%$ în greutate până la $\leq 65\%$ în greutate, în particular $\geq 40\%$ în greutate până la $\leq 60\%$ în greutate, de cel puțin un alcool, și

$\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 20\%$ în greutate, de exemplu $\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 15\%$ în greutate sau $\leq 10\%$ în greutate, în particular $\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 5\%$ în greutate, de apă,

pe baza greutății totale a compoziției de silanol.

În cadrul unei alte forme de realizare, compoziția compozită cuprinde, prin urmare, cel puțin un alcool.

Adăugarea a cel puțin unui alcool, de exemplu în loc de apă, s-a dovedit a fi deosebit de avantajoasă atât pentru prelucrare, cât și pentru uscarea și/sau întărirea compoziției compozite. Acel cel puțin un alcool poate fi utilizat în mod avantajos pentru a ajusta proprietățile de curgere ale compoziției compozite, de exemplu pentru o utilizare ca masă de încapsulare pentru componente electronice și/sau electrice. În cazul unui adaos al cel puțin unui silanol la compoziția compozită sub forma unei compoziții de silanol conform invenției, este de asemenea posibil, în mod avantajos, să se renunțe la îndepărtarea alcoolului în timpul preparării compoziției de silanol, simplificându-se astfel și procesul de producție.

De exemplu, acel cel puțin un alcool poate să cuprindă sau să fie, în principiu, metanol și/sau etanol și/sau propanol, de exemplu izo-propanol și/sau n-propanol, și/sau butanol, de exemplu terț-butanol, sec-butanol și/sau izo-butanol și/sau n-butanol.

Acești alcooli au în mod avantajos o vâscozitate scăzută și s-au dovedit a fi deosebit de avantajoși pentru formarea compozițiilor compozite cu o vâscozitate scăzută, în particular chiar și la niveluri ridicate de umplere, de exemplu de peste 60% în greutate și în particular chiar de peste 90% în greutate.

În principiu, acel cel puțin un alcool al compoziției compozite poate cuprinde metanol și/sau acel cel puțin un silanol al compoziției compozite poate fi preparat, în principiu, prin reacția a cel puțin unui trimetoxisilan cu apă, cu eliminarea metanolului.

Etanolul și/sau propanolul, de exemplu izo-propanolul și/sau n-propanolul, și/sau butanolul, de exemplu terț-butanolul și/sau sec-butanolul și/sau izo-butanolul și/sau n-butanolul, prezintă totuși, față de metanol, avantajele unei toxicități mai scăzute și ale unui punct de fierbere mai ridicat, ceea ce s-a dovedit a fi avantajos în particular în ceea ce privește prelucrarea și manipularea compoziției compozite.

De exemplu, acel cel puțin un alcool poate să cuprindă sau să fie, prin urmare, etanol și/sau propanol, de exemplu izo-propanol și/sau n-propanol, și/sau butanol, de exemplu terț-butanol sec-butanol și/sau izo-butanol și/sau n-butanol, de exemplu etanol și/sau propanol, de exemplu izo-propanol și/sau n-propanol, și/sau acel cel puțin un trialcoxisilan poate să cuprindă sau să fie cel puțin un trietoxisilan și/sau tripropoxisilan și/sau tributoxisilan, de exemplu un trietoxisilan și/sau tripropoxisilan.

Etanolul s-a dovedit a fi deosebit de avantajos, deoarece are o toxicitate scăzută, este ieftin și, de asemenea, formează un azeotrop cu apa, ceea ce face posibilă eliminarea chiar și a unor cantități mici de apă în timpul uscării compoziției compozite, într-un mod simplu și eficient din punct de vedere energetic.

Prin urmare, în particular, acel cel puțin un alcool poate cuprinde sau poate fi etanol și/sau acel cel puțin un trialcoxisilan poate cuprinde cel puțin un trietoxisilan.

În cadrul unei alte forme de realizare, compoziția compozită mai cuprinde $\geq 1\%$ în greutate până la $\leq 15\%$ în greutate de acel cel puțin un alcool, pe baza greutății totale a compoziției compozite. De exemplu, compoziția compozită poate să cuprindă $\geq 2\%$ în greutate până la $\leq 12\%$ în greutate, de exemplu $\geq 3\%$ în greutate până la $\leq 11\%$ în greutate, în particular $\geq 5\%$ în greutate până la $\leq 10\%$ în greutate, de acel cel puțin un alcool, pe baza greutății totale a compoziției compozite. Acest lucru s-a dovedit a fi avantajos în cadrul invenției. De exemplu, compoziția compozită poate să cuprindă, prin urmare, pe baza greutății totale a compoziției compozite, $\geq 1\%$ în greutate până la $\leq 15\%$ în greutate, de exemplu $\geq 2\%$ în greutate până la $\leq 12\%$ în greutate, de exemplu $\geq 3\%$ în greutate până la $\leq 11\%$ în greutate, în particular $\geq 5\%$ în greutate până la $\leq 10\%$, în particular în total, de metanol și/sau etanol și/sau propanol, de exemplu izo-propanol și/sau n-propanol, și/sau butanol, de exemplu terț-butanol și/sau sec-butanol și/sau izo-butanol și/sau n-butanol. În particular, compoziția compozită poate să cuprindă, pe baza greutății totale a compoziției compozite, $\geq 1\%$ în greutate până la $\leq 15\%$ în greutate, de exemplu $\geq 2\%$ în greutate până la $\leq 12\%$ în greutate, de exemplu $\geq 3\%$ în greutate până la $\leq 11\%$ în greutate, în particular $\geq 5\%$ în greutate până la $\leq 10\%$ în greutate, de etanol.

În plus, compoziția compozită poate să cuprindă, de exemplu, cel puțin o rășină siliconică și/sau cel puțin un agent de umectare și/sau cel puțin un antispumant.

Un agent de umectare poate fi înțeles în particular ca un aditiv care poate contribui la o mai bună umectare a compoziției compozite pe un substrat metalic și/sau ceramic și a componentelor lichide ale compoziției compozite pe suprafețele materialelor de umplură.

În cadrul unei alte forme de realizare, compoziția compozită mai cuprinde, pe baza greutății totale a compoziției compozite,

$\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 10\%$ în greutate de acea cel puțin o rășină polisiloxanică sau rășină siliconică, în particular reticulabilă, și/sau

$\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 2,5\%$ în greutate de acel cel puțin un agent de umectare și/sau

$\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 0,2\%$ în greutate de acel cel puțin un antispumant.

Prin adăugarea a cel puțin unei rășini polisiloxanice se pot ajusta în mod avantajos alte proprietăți ale compoziției compozite și/sau ale compozitului realizat din aceasta, de

exemplu absorbția de apă poate fi redusă și/sau modulul de elasticitate și/sau alungirea termică pot fi adaptate.

Acel cel puțin un agent de umectare poate să cuprindă și/sau să aibă la bază și/sau să fie, de exemplu, cel puțin un eter policarboxilat.

În măsura în care acea cel puțin o rășină polisiloxanică și/sau acel cel puțin un agent de umectare conțin apă sau sunt adăugate la compoziția compozită sub formă de soluție/suspensie/dispersie apoasă, este avantajos să se asigure că conținutul total de apă al compoziției compozite rămâne sub 10% în greutate.

În particular, acea cel puțin o rășină siliconică și/sau acel cel puțin un agent de umectare și/sau acel cel puțin un antispumant pot fi, prin urmare, săraci în apă, de preferință anhidri.

În ceea ce privește alte caracteristici tehnice și avantaje ale compoziției compozite conform invenției, se face trimitere în mod explicit la explicațiile legate de procedeul de preparare a compoziției de silanol conform invenției, compoziția de silanol conform invenției, procedeul de preparare a compoziției compozite conform invenției, procedeul de obținere a compozitului conform invenției și/sau a structurii conform invenției, compozitul și/sau structura solidă conform invenției și utilizarea conform invenției, precum și la figură, descrierea figurii și exemplele de realizare.

Un alt obiect al invenției este un procedeu de preparare a unei compoziții de silanol, în particular pentru o compoziție compozită, în care, în particular într-un sistem închis, în particular la o temperatură ≥ 60 C, de exemplu ≥ 70 C, în particular la o temperatură cuprinsă între ≥ 60 C, de exemplu ≥ 70 C, în particular până la < 100 °C, un amestec de cel puțin un trialcosisilan și apă este pus în reacție, pentru a forma cel puțin un silanol și cel puțin un alcool.

În particular, grupările alcoxi ale cel puțin unui trialcosisilan pot fi hidrolizate de apă, formând grupări hidroxil (în loc de grupa alcoxi) la atomul de siliciu al silanului și formând astfel cel puțin un silanol, în particular cel puțin un silantriol, și formând cel puțin un alcool. Prin formarea grupărilor hidroxi, silanolul obținut devine în mod avantajos solubil, în

particular nu numai în apă, ci în particular și în alcoolul format din grupările alcoxi hidrolizate ale trialcaxisilanului, ceea ce face posibilă utilizarea silanolului format, dizolvat în alcool, direct sub formă de soluție alcoolică obținută, în compoziția compozită.

În cadrul unei forme de realizare, punerea în reacție a amestecului are loc într-un sistem închis. În acest fel, se poate asigura în mod avantajos că alcoolul care se formează și, de asemenea, apa necesară pentru reacție rămân în amestec, în particular până când reacția este completă.

Amestecarea poate avea loc în particular la o anumită temperatură și/sau pentru o anumită perioadă de timp.

În cadrul unei alte forme de realizare, punerea în reacție are loc la o temperatură ≥ 60 °C, de exemplu ≥ 70 °C, în particular până la < 100 °C. O temperatură ≥ 60 °C, de exemplu ≥ 70 °C, poate accelera în mod avantajos reacția de hidroliză. Prin limitarea temperaturii la mai puțin de 100 °C, pot fi evitate în mod avantajos reacții premature de condensare.

Sistemul închis poate fi, de exemplu, chiar și rezistent la presiune și/sau proiectat ca autoclavă. În acest fel, temperatura poate fi stabilită în mod avantajos și peste punctul de fierbere al alcoolului care urmează să fie format.

Timpul specific pentru care amestecul este amestecat poate depinde în particular de temperatura selectată. În cazul în care se reacționează la o temperatură de 70 °C, amestecul poate deveni limpede deja după 45 de minute, ceea ce indică practic o formare de silanoli, dar pentru a forma silantrioli, amestecul se amestecă de preferință la 70 °C timp de cel puțin 3 ore, de exemplu până la o zi. La temperaturi mai ridicate, timpul necesar pentru amestecare se reduce în funcție de temperatura aplicată.

În cadrul unei alte forme de realizare, amestecul utilizat cuprinde, pe baza greutatei totale a amestecului,

$\geq 70\%$ în greutate până la $\leq 90\%$ în greutate, în particular $\geq 75\%$ în greutate până la $\leq 90\%$ în greutate, de exemplu $\geq 76\%$ în greutate până la $\leq 85\%$ în greutate, de cel puțin un trialcaxisilan și

$\geq 10\%$ în greutate până la $\leq 30\%$ în greutate, de exemplu $\geq 10\%$ în greutate până la $\leq 25\%$ în greutate, în particular $\geq 15\%$ în greutate până la $\leq 24\%$ în greutate, de apă. În particular, procentul în greutate al cel puțin unui trialcxisilan și procentul în greutate al apei din amestec pot însuma până la 100% în greutate.

Printr-o reducere la minimum a cantității de apă utilizate în amestec, se poate obține în mod avantajos ca acea compoziție de silanol rezultată să conțină doar o cantitate mică sau chiar deloc semnificativă de apă, ceea ce poate avea un efect benefic asupra compoziției compozite, după cum s-a explicat deja.

Pentru a reduce la minimum conținutul de apă al compoziției de silanol, se utilizează de preferință în amestec o cantitate de apă, prin care cel puțin majoritatea grupărilor alcoxi, în particular toate grupările alcoxi, ale cel puțin unui trialcxisilan sunt transformate în grupări hidroxi ale cel puțin unui silanol, în particular silantriol, și/sau care este complet transformată în grupări hidroxi ale cel puțin unui silanol, în particular silantriol.

Acest lucru se poate asigura în particular prin utilizarea apei, într-o cantitate stoichiometrică sau cel mult într-o cantitate ușor suprastoichiometrică, de exemplu cu un factor $\leq 1,7$, de exemplu $\leq 1,5$, în particular $\leq 1,3$, de exemplu $\leq 1,1$, dar de preferință într-o cantitate stoichiometrică, în particular cu un factor de 1, la grupările alcoxi din cel puțin un trialcxisilan.

Prin utilizarea apei într-o astfel de cantitate la grupările alcoxi ale cel puțin unui trialcxisilan, acel cel puțin un silanol, în particular acel cel puțin un silantriol, poate fi utilizat în mod avantajos în compoziția compozită sub forma unei soluții alcoolice cu conținut scăzut de apă, eventual aproape anhidră, ceea ce s-a dovedit a fi deosebit de avantajos pentru prelucrare și/sau pentru o întărire mai rapidă și mai puțin consumatoare de energie a compoziției compozite.

Acel cel puțin un trialcxisilan poate să cuprindă sau să fie, de exemplu, cel puțin un trimetoxisilan și/sau cel puțin un trietoxisilan și/sau cel puțin un tripropoxisilan și/sau cel puțin un tributoxisilan. Acel cel puțin un alcool poate să cuprindă sau să fie, de exemplu,

metanol și/sau etanol și/sau propanol, de exemplu izo-propanol și/sau n-propanol, și/sau butanol, de exemplu terț-butanol și/sau sec-butanol și/sau izo-butanol și/sau n-butanol.

În cadrul unei alte forme de realizare, acel cel puțin un trialcoxisilan cuprinde sau este cel puțin un trietoxisilan și/sau cel puțin un tripropoxisilan și/sau cel puțin un tributoxisilan. În particular, acel cel puțin un alcool poate să cuprindă sau să fie etanol și/sau propanol, de exemplu izo-propanol și/sau n-propanol, și/sau butanol, de exemplu terț-butanol și/sau sec-butanol și/sau izo-butanol și/sau n-butanol. Acești trialcoxisilani s-au dovedit a fi avantajoși în ceea ce privește toxicitatea scăzută și buna prelucrabilitate a alcoolului obținut din aceștia, în compoziția compozită.

De exemplu, acel cel puțin un trialcoxisilan poate să cuprindă sau să fie cel puțin un trietoxisilan și/sau cel puțin un tripropoxisilan. În particular, acel cel puțin un alcool poate să cuprindă sau să fie etanol și/sau propanol, de exemplu izo-propanol și/sau n-propanol. În particular, acel cel puțin un trialcoxisilan poate să cuprindă sau să fie cel puțin un trietoxisilan. În particular, acel cel puțin un alcool poate să cuprindă sau să fie etanol. Acești trialcoxisilani s-au dovedit a fi avantajoși în ceea ce privește toxicitatea scăzută, buna prelucrabilitate a alcoolului obținut din aceștia în compoziția compozită și costurile de producție reduse.

În cadrul unei alte forme de realizare, acel cel puțin un trialcoxisilan cuprinde un radical organic, de exemplu cu o lungime de catenă ≥ 1 atom, de exemplu cu o lungime de catenă ≥ 2 atomi sau ≥ 3 atomi, de exemplu cu o lungime de catenă ≥ 4 sau ≥ 5 sau ≥ 6 atomi, de exemplu cu o lungime de catenă ≥ 7 atomi, și/sau cu cel puțin o grupare funcțională, de exemplu cu cel puțin o grupare epoxidică și/sau o grupare amino și/sau o grupare mercapto și/sau o grupare vinil, în particular o grupare epoxidică.

De exemplu, acel cel puțin un trialcoxisilan poate fi cel puțin un trialcoxiiepoxisilan, de exemplu cel puțin un trimetoxiepoxisilan și/sau cel puțin un trietoxiepoxisilan și/sau cel puțin un tripropoxiepoxisilan și/sau cel puțin un tributoxiiepoxisilan, de exemplu cel puțin un trietoxiepoxisilan și/sau cel puțin un tripropoxiepoxisilan și/sau cel puțin un tributoxiiepoxisilan, de exemplu cel puțin un trietoxiepoxisilan și/sau cel puțin un tripropoxiepoxisilan, în particular cel puțin un trietoxiepoxisilan, și/sau cel puțin un

trialcoxiaminosilan, de exemplu cel puțin un trimetoxiaminosilan și/sau cel puțin un trietoxiaminosilan și/sau cel puțin un tripropoxiaminosilan și/sau cel puțin un tributoxiaminosilan, de exemplu cel puțin un trietoxiaminosilan și/sau cel puțin un tripropoxiaminosilan, în particular cel puțin un trietoxiaminosilan, și/sau cel puțin un trialcoximercaptosilan, de exemplu cel puțin un trimetoximercaptosilan și/sau cel puțin un trietoximercaptosilan și/sau cel puțin un tripropoximercaptosilan și/sau cel puțin un tributoximercaptosilan, de exemplu cel puțin un trietoximercaptosilan și/sau cel puțin un tripropoximercaptosilan și/sau cel puțin un tributoximercaptosilan, de exemplu cel puțin un trietoximercaptosilan și/sau cel puțin un tripropoximercaptosilan, în particular cel puțin un trietoximercaptosilan, și/sau cel puțin un trialcoxivinilsilan, de exemplu cel puțin un trimetoxivinilsilan și/sau cel puțin un trietoxivinilsilan și/sau cel puțin un tripropoxivinilsilan și/sau cel puțin un tributoxivinilsilan, de exemplu cel puțin un trietoxivinilsilan și/sau cel puțin un tripropoxivinilsilan și/sau cel puțin un tributoxivinilsilan, de exemplu cel puțin un trietoxivinilsilan și/sau cel puțin un tripropoxivinilsilan, în particular cel puțin un trietoxivinilsilan.

De exemplu, acel cel puțin un trialcoxisilan poate să cuprindă sau să fie (3-glicidiloxipropil)trietoxisilan (GLYEO).

Datorită procedurii de fabricație, compoziția de silanol astfel obținută cuprinde un conținut ridicat de alcool și poate fi utilizată în mod avantajos atât pentru a furniza cel puțin un silanol în compoziția compozită conform invenției și/sau ca adaos pentru compoziția compozită, cât și ca atare, ca o compoziție de turnare pentru aplicarea pe un material, în particular un material metalic și/sau ceramic, și/sau cu cel puțin un material de umplutură, în particular un material de umplutură ceramic și/sau metalic. De exemplu, compoziția de silanol ca atare poate fi utilizată ca o compoziție de turnare pentru acoperirea și/sau încapsularea unui material, în particular a unui material metalic și/sau ceramic, și/sau cu cel puțin un material de umplutură, în particular un material de umplutură ceramic și/sau metalic.

O compoziție de silanol preparată din cantitățile de trialcoxisilan și apă menționate mai sus poate să cuprindă, de exemplu, pe baza greutateii totale a compoziției de silanol,

$\geq 30\%$ în greutate până la $\leq 70\%$ în greutate, de exemplu $\geq 35\%$ în greutate până la $\leq 65\%$ în greutate, în particular $\geq 40\%$ în greutate până la $\leq 60\%$ în greutate, de cel puțin un silanol,

$\geq 25\%$ în greutate până la $\leq 70\%$ în greutate, de exemplu $\geq 30\%$ în greutate până la $\leq 65\%$ în greutate, în particular $\geq 40\%$ în greutate până la $\leq 60\%$ în greutate, de cel puțin un alcool, de exemplu metanol și/sau etanol și/sau propanol, de exemplu izo-propanol și/sau n-propanol, și/sau butanol, de exemplu terț-butanol, sec-butanol și/sau izo-butanol și/sau n-butanol, și

$\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 20\%$ în greutate, de exemplu $\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 15\%$ în greutate sau $\leq 10\%$ în greutate, în particular $\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 5\%$ în greutate, de apă.

În particular, procentul în greutate al celui cel puțin un silanol, procentul în greutate al celui cel puțin un alcool și procentul în greutate al apei pot reprezenta în particular 100 procente în greutate sau compoziția de silanol poate consta din

$\geq 30\%$ în greutate până la $\leq 70\%$ în greutate, de exemplu $\geq 35\%$ în greutate până la $\leq 65\%$ în greutate, în particular $\geq 40\%$ în greutate până la $\leq 60\%$ în greutate, de cel puțin un silanol,

$\geq 25\%$ în greutate până la $\leq 70\%$ în greutate, de exemplu $\geq 30\%$ în greutate până la $\leq 65\%$ în greutate, în particular $\geq 40\%$ în greutate până la $\leq 60\%$ în greutate, de cel puțin un alcool, și

$\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 20\%$ în greutate, de exemplu $\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 15\%$ în greutate sau $\leq 10\%$ în greutate, în particular $\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 5\%$ în greutate, de apă,

pe baza greutății totale a compoziției de silanol.

Pentru o utilizare într-o compoziție compozită conform invenției, este de preferat ca alcoolul care se formează să nu fie eliminat din amestec sau să rămână în amestec. De asemenea aici, de preferință, nu se adaugă apă (suplimentară).

Prin distilarea parțială sau totală a cel puțin unui alcool, în compoziția de silanol este totuși posibil, opțional, ca proporția de cel cel puțin un silanol să fie crescută și proporția de cel cel puțin un alcool să fie redusă. În mod avantajos, proporția de apă poate fi, de

asemenea, redusă și mai mult. În mod avantajos, acest lucru poate fi efectuat deosebit de eficient, în cazul unei sinteze din trietoxisilani, deoarece etanolul poate fi distilat ca azeotrop cu apa într-un mod deosebit de eficient, simplu și cu economie de energie. De preferință, nici în această configurație, de exemplu după distilarea parțială sau completă, în particular parțială, a cel puțin unui alcool, nu se adaugă apă (suplimentară).

În ceea ce privește alte caracteristici tehnice și avantaje ale procedului de preparare a compoziției de silanol conform invenției, se face trimitere explicită la explicațiile în legătură cu compoziția compozită conform invenției, compoziția de silanol conform invenției, procedeul de preparare a compoziției compozite conform invenției, procedeul de obținere a compozitului și/sau a structurii conform invenției, compozitul conform invenției și/sau structura solidă conform invenției și utilizarea conform invenției, precum și la figura, descrierea figurii și exemplele de realizare.

Un alt obiect al invenției este o compoziție de silanol care, pe baza greutateii totale a compoziției de silanol, cuprinde

$\geq 30\%$ în greutate până la $\leq 70\%$ în greutate, de exemplu $\geq 35\%$ în greutate până la $\leq 65\%$ în greutate, în particular $\geq 40\%$ în greutate până la $\leq 60\%$ în greutate, de cel puțin un silanol,

$\geq 25\%$ în greutate până la $\leq 70\%$ în greutate, de exemplu $\geq 30\%$ în greutate până la $\leq 65\%$ în greutate, în particular $\geq 40\%$ în greutate până la $\leq 60\%$ în greutate, de cel puțin un alcool, și

$\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 20\%$ în greutate, de exemplu $\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 15\%$ în greutate sau $\leq 10\%$ în greutate, în particular $\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 5\%$ în greutate, de apă.

În particular, procentul în greutate al cel puțin unui silanol, procentul în greutate al cel puțin unui alcool și procentul în greutate al apei pot însuma în particular 100% în greutate sau compoziția de silanol poate consta din

$\geq 30\%$ în greutate până la $\leq 70\%$ în greutate, de exemplu $\geq 35\%$ în greutate până la $\leq 65\%$ în greutate, în particular $\geq 40\%$ în greutate până la $\leq 60\%$ în greutate, de cel puțin un silanol,

$\geq 25\%$ în greutate până la $\leq 70\%$ în greutate, de exemplu $\geq 30\%$ în greutate până la $\leq 65\%$ în greutate, în particular $\geq 40\%$ în greutate până la $\leq 60\%$ în greutate, de cel puțin un alcool, și

$\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 20\%$ în greutate, de exemplu $\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 15\%$ în greutate sau $\leq 10\%$ în greutate, în particular $\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 5\%$ în greutate, de apă,

pe baza greutății totale a compoziției de silanol.

Compoziția de silanol poate fi în particular fluidă și/sau turnabilă. Prin urmare, compoziția de silanol poate fi utilizată în particular, de exemplu, ca o compoziție de turnare, pentru acoperire și/sau pentru turnare și/sau pentru încapsulare. În mod deosebit de avantajos, compoziția de silanol poate fi utilizată pentru aplicare cu cel puțin un material de umplură, în particular ceramic și/sau metalic, și/sau pe un produs, în particular metalic și/sau ceramic. În particular, compoziția de silanol poate fi utilizată pentru a prepara o compoziție compozită conform invenției și/sau poate fi obținută printr-un procedeu conform invenției pentru prepararea unei compoziții de silanol. De exemplu, compoziția de silanol poate fi utilizată, de asemenea, ca atare pentru acoperirea și/sau încapsularea unui produs, în particular metalic și/sau ceramic, și/sau a cel puțin unui material de umplură, în particular a unui material de umplură ceramic și/sau metalic.

Compoziția de silanol poate fi întărită, de exemplu, la o temperatură cuprinsă între ≥ 130 °C și ≤ 250 °C. De preferință, compoziția de silanol este uscată înainte de întărire, în particular pentru a elimina acel cel puțin un alcool și, opțional, apa.

Acel cel puțin un alcool poate, în principiu, să cuprindă sau să fie, de exemplu, metanol și/sau etanol și/sau propanol, de exemplu izo-propanol și/sau n-propanol, și/sau butanol, de exemplu terț-butanol, sec-butanol și/sau izo-butanol și/sau n-butanol. În particular, acel cel puțin un alcool poate să cuprindă sau să fie etanol și/sau propanol, de exemplu izo-propanol și/sau n-propanol, și/sau butanol, de exemplu, terț-butanol sec-butanol și/sau izo-butanol și/sau n-butanol. De exemplu, acel cel puțin un alcool poate să cuprindă sau să fie etanol și/sau propanol, de exemplu izo-propanol și/sau n-propanol.

În cadrul unei forme de realizare, acel cel puțin un alcool este etanol.

În cadrul unei alte forme de realizare, acel cel puțin un silanol cuprinde sau este cel puțin un silantriol.

În cadrul unei alte forme de realizare, acel cel puțin un silanol cuprinde un radical organic, de exemplu cu o lungime de catenă ≥ 1 atom, de exemplu cu o lungime de catenă ≥ 2 atomi sau ≥ 3 atomi, de exemplu cu o lungime de catenă ≥ 4 sau ≥ 5 sau ≥ 6 atomi, de exemplu cu o lungime de catenă ≥ 7 atomi, și/sau cu cel puțin o grupare funcțională, de exemplu cu cel puțin o grupare epoxidică și/sau o grupare amino și/sau o grupare mercapto și/sau o grupare vinil, în particular o grupare epoxidică.

De exemplu, acel cel puțin un silanol poate să cuprindă sau să fie cel puțin un epoxisilantriol sau epoxitrihidroxisilan și/sau cel puțin un aminosilantriol sau aminotrihidroxisilan și/sau cel puțin un mercaptosilantriol sau trihidroximercaptosilan și/sau cel puțin un vinilsilantriol sau trihidroxivinilsilan.

De exemplu, acel cel puțin un silanol, în particular silantriolul, poate să cuprindă sau să fie (3-glicidiloxipropil)silantriol sau (3-glicidiloxipropil) trihidroxisilan.

În ceea ce privește alte caracteristici tehnice și avantaje ale compoziției de silanol conform invenției, se face trimitere în mod explicit la explicațiile referitoare la compoziția compozită conform invenției, procedeul de preparare a compoziției de silanol, procedeul de preparare a compoziției compozite conform invenției, procedeul de obținere a compozitului și/sau structurii conform invenției, compozitul conform invenției și/sau structura solidă conform invenției și utilizarea conform invenției, precum și la figură, descrierea figurii și exemplele de realizare.

Un alt obiect al invenției este un procedeu de preparare a unei compoziții compozite conform invenției. În particular, în cadrul procedurii se pot amesteca cel puțin un silanol și cel puțin un material de umplură. În acest caz, pe baza greutății totale a compoziției compozite care urmează să fie preparată, se pot utiliza $\geq 10\%$ în greutate până la $\leq 95\%$ în greutate de acel cel puțin un material de umplură și $\geq 1\%$ în greutate până la $\leq 15\%$ în greutate de acel cel puțin un silanol.

De exemplu se pot utiliza aici, pe baza greutateii totale a compoziției compozite care urmează a fi preparată, $\geq 15\%$ în greutate sau $\geq 20\%$ în greutate sau $\geq 25\%$ în greutate sau $\geq 30\%$ în greutate sau $\geq 35\%$ în greutate sau $\geq 40\%$ în greutate sau $\geq 45\%$ în greutate sau $\geq 50\%$ în greutate sau $\geq 55\%$ în greutate, în particular $\geq 60\%$ în greutate, de exemplu $\geq 61\%$ în greutate sau $\geq 62\%$ în greutate sau $\geq 63\%$ în greutate sau $\geq 64\%$ în greutate sau $\geq 65\%$ în greutate sau $\geq 66\%$ în greutate sau $\geq 67\%$ în greutate sau $\geq 68\%$ în greutate sau $\geq 69\%$ în greutate, de exemplu $\geq 70\%$ în greutate sau $\geq 71\%$ în greutate sau $\geq 72\%$ în greutate sau $\geq 73\%$ în greutate sau $\geq 74\%$ în greutate, de exemplu $\geq 75\%$ în greutate sau $\geq 76\%$ în greutate sau $\geq 77\%$ în greutate sau $\geq 78\%$ în greutate sau $\geq 79\%$ în greutate, de exemplu $\geq 80\%$ în greutate sau $\geq 81\%$ în greutate sau $\geq 82\%$ în greutate sau $\geq 83\%$ în greutate sau $\geq 84\%$ în greutate, de exemplu $\geq 85\%$ în greutate sau $\geq 86\%$ în greutate sau $\geq 87\%$ în greutate, de exemplu $\geq 88\%$ în greutate, până la $\leq 95\%$ în greutate, de exemplu până la $\leq 94\%$ în greutate sau $\leq 93\%$ în greutate, de exemplu până la $\leq 92\%$ în greutate, de acel cel puțin un material de umplură și $\geq 1\%$ în greutate până la $\leq 15\%$ în greutate, de exemplu $\geq 2\%$ în greutate până la $\leq 12\%$ în greutate, de exemplu $\geq 3\%$ în greutate până la $\leq 11\%$ în greutate, de exemplu $\geq 5\%$ în greutate până la $\leq 10\%$ în greutate, de acel cel puțin un silanol.

În mod avantajos, compoziția compozită astfel obținută poate fi depozitată timp de cel puțin o zi, eventual o săptămână, până la prelucrare, în particular rotind-o (pentru a împiedica sedimentarea particulelor grosiere).

În cadrul unei forme de realizare, la amestec se adaugă de asemenea cel puțin un alcool. În particular, pot fi utilizate $\geq 1\%$ în greutate până la $\leq 15\%$ în greutate, de exemplu $\geq 2\%$ în greutate până la $\leq 12\%$ în greutate, de exemplu $\geq 3\%$ în greutate până la $\leq 11\%$ în greutate, de exemplu $\geq 5\%$ în greutate până la $\leq 10\%$ în greutate, de acel cel puțin un alcool, pe baza greutateii totale a compoziției compozite care urmează să fie preparată. În acest fel, se poate regla în mod avantajos fluiditatea compoziției compozite care trebuie să fie preparată.

În cadrul unei alte forme de realizare, acel cel puțin un silanol și/sau acel cel puțin un alcool, în particular acel cel puțin un silanol și acel cel puțin un alcool, se utilizează sub forma unei soluții alcoolice. În particular, acel cel puțin un material de umplură poate fi

adăugat la soluția alcoolică de cel puțin un silanol. În acest fel, acel cel puțin un silanol și acel cel puțin un material de umplură pot fi omogenizate în mod avantajos și simplu.

În cadrul unei alte forme de realizare, acel cel puțin un silanol și/sau acel cel puțin un alcool, în particular acel cel puțin un silanol și acel cel puțin un alcool, se utilizează sub forma unei compoziții de silanol preparate printr-un procedeu conform invenției și/sau sub forma unei compoziții de silanol conform invenției. Acest lucru s-a dovedit a fi deosebit de avantajos pentru prepararea compoziției compozite.

În cadrul unei alte forme de realizare, amestecarea, în particular prin agitare, are loc sub un vid, de exemplu moderat, de exemplu de 80 mbar (absolut).

În acest mod, compoziția compozită poate fi în mod avantajos degazată sau dezaerată și, în același timp, și solvenții, de exemplu acel cel puțin un alcool și, eventual, apa, pot fi eliminați cel puțin parțial, lucru prin care, pe de o parte, se evită apariția unor găuri de suflare în compozitul care urmează să fie format și, pe de altă parte, se poate accelera și o uscare după aplicarea compoziției compozite și, în particular, înainte ca aceasta să se întărească.

În ceea ce privește alte caracteristici tehnice și avantaje ale procedurii de preparare a compoziției compozite conform invenției, se face trimitere în mod explicit la explicațiile în legătură cu compoziția compozită conform invenției, procedeul de preparare a compoziției de silanol conform invenției, compoziția de silanol conform invenției, procedeul de obținere a compozitului și/sau a structurii conform invenției, compozitul conform invenției și/sau structura solidă conform invenției și utilizarea conform invenției, precum și la figură, descrierea figurii și exemplele de realizare.

Un alt obiect al invenției este un procedeu de obținere a unui compozit și/sau a unei structuri solide, de exemplu sub forma unui produs de încapsulare, în particular întărit, și/sau unui produs de turnare, în particular întărit, și/sau a unui produs de acoperire, în particular întărit, în care o compoziție compozită conform invenției și/sau o compoziție de silanol preparată conform unui procedeu conform invenției și/sau o compoziție de silanol conform invenției și/sau o compoziție compozită preparată conform unui procedeu

conform invenției este întărită la o temperatură într-un interval ≥ 130 °C, de exemplu până la ≤ 250 °C.

Așa cum s-a explicat deja în detaliu, se pot forma așadar legături chimice puternice prin reacții de condensare a cel puțin unui silanol cu scindarea apei, formându-se astfel un compozit foarte stabil care aderă deosebit de bine la suprafețe metalice și/sau ceramice sau o structură solidă foarte stabilă care, de exemplu, aderă bine la suprafețe metalice și/sau ceramice, având avantajele suplimentare explicate mai sus.

În particular, compoziția compozită și/sau compoziția de silanol poate fi mai întâi turnată, de exemplu pentru a forma un produs de încapsulare și sau un produs de turnare și/sau un strat de acoperire, iar apoi întărită. Turnarea poate avea loc, de exemplu, prin intermediul unui dozator.

În principiu, procedeul poate fi utilizat în mod avantajos și pentru turnarea în forme libere, în particular fără un substrat.

În cadrul unei forme de realizare, compoziția compozită și/sau compoziția de silanol este însă mai întâi turnată pe un substrat, în particular un substrat ceramic și/sau metalic, și apoi întărită.

Compoziția compozită și compoziția de silanol se pot adsorbi în mod avantajos pe suprafețele substraturilor deja la temperatura camerei și pot forma legături chimice puternice la temperatura de întărire și, astfel, o aderență puternică la suprafața, de exemplu metalică și/sau ceramică, a substratului.

În cadrul unei alte forme de realizare, compoziția compozită și/sau compoziția de silanol este uscată înainte de întărire, în particular după turnare și înainte de întărire. Uscarea poate fi efectuată, de exemplu, la o temperatură cuprinsă între ≥ 25 °C și ≤ 95 C. Dacă este necesar, uscarea poate avea loc sub vid și/sau substanțe care leagă chimic apa.

În acest fel, solvenții, de exemplu acel cel puțin un alcool și eventual apa, pot fi îndepărtați în mod avantajos, parțial sau complet. O contracție de volum minimă asociată a

compusului poate avea loc la înălțimea nivelului de umplere, dar, deoarece compusul are încă un comportament plastic datorită conținutului de silanol lichid, nu se generează tensiuni ca urmare a acestui fapt. Pentru că acest lucru se realizează moderat în timpul procesului de uscare, tensiunile și fisurile pot fi reduse la minimum, la temperaturi mai ridicate, în timpul întăririi ulterioare.

În cadrul unei alte forme de realizare, substratul cuprinde sau este cel puțin o componentă electronică și/sau electrică și/sau cel puțin un ansamblu electronic și/sau electric, de exemplu cel puțin un cip, de exemplu cel puțin un cip de siliciu și/sau cip de carbură de siliciu și/sau cip de nitrură de galiu, în particular cel puțin un modul electronic, cum ar fi un modul cadru, și/sau cel puțin o placă de circuit, de exemplu o placă de circuit ceramică, de exemplu pe bază de oxid de aluminiu și/sau cu cel puțin un strat de aluminiu și/sau cupru, de exemplu DBC Direct Bonded Copper), AMB (Active Metal Brazed), LTCC (Low Temperature Cofired Ceramic), etc, și/sau o placă de circuite metalică, de exemplu o placă de circuite imprimate, și/sau cel puțin un fir, de exemplu cel puțin un fir de legătură și/sau cel puțin o înfășurare de bobină, și/sau cel puțin o lipitură, de exemplu lipitură cu staniu.

În mod avantajos, compoziția compozită și/sau compoziția de silanol poate fi concepută astfel încât să fie atât de fluidă încât să poată fi distribuită și între structuri așa de mici sub influența gravitației și a deplasării aerului. În particular, datorită numeroaselor avantaje descrise mai sus, compoziția compozită poate fi utilizată în mod deosebit de avantajos pentru încapsularea unor astfel de substraturi.

În ceea ce privește alte caracteristici tehnice și avantaje ale procedului de fabricare a compozitului și/sau a structurii conform invenției, se face trimitere în mod explicit la explicațiile în legătură cu compoziția compozită conform invenției, procedeul de preparare a compoziției de silanol conform invenției, compoziția de silanol conform invenției, procedeul de preparare a compoziției compozite conform invenției, compozitul conform invenției și/sau structura solidă conform invenției și utilizarea conform invenției, precum și la figură, descrierea figurii și exemplele de realizare.

Un alt obiect al invenției este un compozit, de exemplu un compozit pentru componente electronice și/sau electrice, în particular un compozit pentru componente electronice de

putere, de exemplu o încapsulare din compozit pentru componente electronice și/sau electrice, în particular o încapsulare din compozit pentru componente electronice de putere, și/sau o structură solidă, de exemplu sub forma unei piese turnate, în particular o piesă turnată polimerizată, și/sau o acoperire, în particular o acoperire polimerizată, care este produsă printr-un procedeu conform invenției.

Compozitele și/sau structurile solide conform invenției pot fi detectate în mod avantajos prin analiză elementară, spectroscopie FTIR și/sau alte metode care să caracterizeze structura de legătură și/sau prin analiză SEM și/sau alte metode care să reprezinte microstructura și/sau prin analiză EDX și/sau alte metode care să identifice faza de legătură în plus față de materiale de umplură.

În ceea ce privește alte caracteristici tehnice și avantaje ale compozitului conform invenției și/sau structurii solide conform invenției, se face trimitere în mod explicit la explicațiile referitoare la compoziția compozită conform invenției, procedeul de preparare a compoziției de silanol conform invenției, compoziția de silanol conform invenției, procedeul de preparare a compoziției compozite conform invenției, procedeul de obținere a compozitului și/sau a structurii conform invenției și utilizarea conform invenției, precum și la figură, descrierea figurii și exemplele de realizare.

Mai mult, invenția se referă la utilizarea unei compoziții compozite conform invenției și/sau a unei compoziții de silanol preparate conform invenției și/sau a unei compoziții de silanol conform invenției și/sau a unei compoziții compozite preparate conform invenției ca și compus de încapsulare și/sau compus de turnare și/sau agent de acoperire, de exemplu pentru componente electrice și/sau electronice, în particular componente electronice de putere.

Astfel, compușii de încapsulare și/sau compușii de turnare și/sau agenții de acoperire convenționali, de exemplu agenții utilizați în mod convențional în electronică și/sau electricitate, cum ar fi compușii de umplere și/sau compușii de turnare convenționali și/sau gelurile de silicon și/sau așa-numitele Conformal Coatings (lac pentru plăci de circuite imprimate/lac de izolație) și/sau alți agenți de acoperire, pot fi înlocuiți în mod avantajos prin utilizarea compoziției compozite și/sau a compoziției de silanol conform invenției.

În mod avantajos, compoziția compozită și/sau compoziția de silanol conform invenției poate fi, de asemenea, aplicată direct și/sau pe componente electronice și/sau electrice neizolate, de exemplu elemente constructive, de exemplu componente electronice de putere neizolate, de exemplu așa-numitele Bare Die (cipuri semiconductoare neambalate), de exemplu care sunt montate pe o placă de circuite imprimate, de exemplu o placă de circuite din ceramică, sau pe o placă de circuite cu lipire organică, sau pe un așa-numit leadframe (rețea ștanțată cu piste conductoare). Compoziția compozită și/sau compoziția de silanol poate fi utilizată în mod avantajos pentru o aplicație pe componente electronice active, precum și pe componente electronice pasive.

Compoziția compozită poate fi utilizată în mod avantajos pentru a încapsula atât componente și ansambluri voluminoase, cât și componente și ansambluri cu arie întinsă. În plus, compoziția compozită poate fi, desigur, utilizată și pentru încapsularea componentelor electronice și/sau electrice izolate, de exemplu, înfășurarea unei bobine de reactanță, de exemplu, o bobină de reactanță EMV, și/sau pachete deja acoperite. Compoziția compozită poate fi utilizată în mod deosebit de avantajos pentru încapsularea componentelor electronice de putere, în particular a celor supuse unor sarcini termice ridicate, de exemplu pentru tensiuni și/sau curenți mari. Compoziția compozită poate fi, de asemenea, utilizată în mod avantajos pentru încapsularea altor tipuri de electronice, de exemplu, electronice de control.

În ceea ce privește alte caracteristici tehnice și avantaje ale utilizării conform invenției, se face trimitere în mod explicit la explicațiile în legătură cu compoziția compozită conform invenției, procedeul de preparare a compoziției de silanol conform invenției, compoziția de silanol conform invenției, procedeul de preparare a compoziției compozite conform invenției, procedeul de fabricare a compozitului și/sau a structurii conform invenției și compozitul conform invenției și/sau structura solidă conform invenției, precum și la figură, descrierea figurii și exemplele de realizare. și/sau a structurii conform invenției și procedeul de fabricare a compoziției și/sau a structurii conform invenției, procedeul de fabricare a compoziției

Desen și exemple de realizare

Alte avantaje și configurații avantajoase ale obiectelor conform invenției sunt ilustrate de desen și de exemplele de realizare și sunt explicate în următoarea descriere. Trebuie ținut cont de faptul că desenul și exemplele de realizare au doar un caracter descriptiv și nu sunt menite să limiteze în niciun fel invenția. Se arată în

Fig. 1 o secțiune transversală schematică a unei forme de realizare a unui încapsulant de compozit conform invenției pentru componente electronice.

Figura 1 prezintă o piesă electronică încapsulată compozită 10, care cuprinde o componentă activă 11 sub forma unui cip semiconductor, de exemplu pe bază de siliciu și/sau carbură de siliciu și/sau nitrură de siliciu, cu fire de legătură și o componentă pasivă 12, de exemplu un condensator. Cele două componente 11, 12 sunt dispuse pe o placă de circuite ceramică 13, de exemplu DCB, AMB, etc., care, la rândul ei, 13 este dispusă pe o pastă conductoare de căldură 14 aplicată pe un răcitor 15.

Figura 1 ilustrează faptul că componentele 11, 12 și periferia acestora, cum ar fi firele de legătură, precum și partea superioară a plăcii de circuit 13 sunt acoperite cu un încapsulant de compozit 16, care cuprinde particule de umplutură 17. Suprafețele particulelor de umplutură 17 sunt conectate prin legături chimice (care nu sunt prezentate) la o rețea tridimensională Si-O-Si-O 18, rețeaua tridimensională Si-O-Si-O 18 fiind la rândul ei conectată prin legături chimice (care nu sunt prezentate) la suprafața componentelor 11, 12, la periferia acestora și la partea superioară a plăcii de circuit 13. Un astfel de încapsulant de compozit 16 sau un astfel de încapsulant de compozit electronic poate fi produs în mod avantajos dintr-o compoziție compozită conform invenției, care cuprinde $\geq 10\%$ în greutate până la $\leq 95\%$ în greutate, în particular $\geq 60\%$ în greutate până la $\leq 95\%$ în greutate, de cel puțin un material de umplutură și $\geq 1\%$ în greutate până la $\leq 15\%$ în greutate, în particular $\geq 2\%$ în greutate până la $\leq 12\%$ în greutate, de cel puțin un silanol, și prin intermediul unui procedeu de fabricație conform invenției.

Figura 1 ilustrează faptul că compoziția compozită conform invenției poate fi atât de fluidă încât poate fi distribuită fără presiune sub influența gravitației și a deplasării aerului, chiar și între structuri atât de mici.

Săgețile curbe din figura 1 indică faptul că se asigură astfel o bună conductivitate termică și, prin urmare, o răspândire și o eliberare a temperaturii în volum.

Exemple de realizare

În următoarele exemple de realizare 1 la 4, s-au preparat diferite compoziții compozite prin amestecarea componentelor și a cantităților prezentate în tabelele 1 la 4.

Tabelele 1 la 4 arată că în fiecare dintre formele de realizare s-a utilizat cel puțin un material de umplutură din oxid de aluminiu și cel puțin un silanol. Mai mult decât atât, toate compozițiile conțineau un agent de lichefiere dizolvat în apă și un antispumant.

Exemplul de realizare 1

Tabelul 1: Exemplu de realizare cu particule grosiere de umplutură de oxid de aluminiu, silanol dizolvat în apă disponibil în comerț și adaos de apă

Material	Cântărire [% în greutate]
Al ₂ O ₃ „grosier“ de înaltă puritate (d ₅₀ = 10-40 μm, d _{max} = 70-110 μm)	90,84
Silanol (dizolvat în apă)	2,76
Agent de lichefiere (dizolvat în apă)	0,78
Antispumant	0,08
Apă	5,55

În exemplul de realizare 1, s-au utilizat un material de umplutură grosier de oxid de aluminiu și un silanol dizolvat în apă disponibil în comerț, precum și apă suplimentară.

Exemplul de realizare 2

Tabelul 2: Exemplu de realizare cu particule de umplutură de oxid de aluminiu grosiere și fine, precum și cu silanol dizolvat în apă și rășină polisiloxanică emulsionată în apă, disponibile în comerț, fără adaos de apă

Material	Cântărire [% în greutate]
Al ₂ O ₃ „grosier“ de înaltă puritate (d ₅₀ = 10-40 μm, d _{max} = 70-110 μm)	88,51
Al ₂ O ₃ „fin“ de înaltă puritate (d ₅₀ = 0,1-0,2 μm)	4,91
Silanol (dizolvat în apă)	7,54
Rășină polisiloxanică (emulsionată în apă)	3,07
Agent de lichefiere (dizolvat în apă)	0,81
Antispumant	0,08
Apă	0,00

În exemplul de realizare 2, s-au utilizat un material de umplutură de oxid de aluminiu grosier și unul fin, un silanol dizolvat în apă disponibil în comerț și o rășină polisiloxanică emulsionată în apă și nu s-a adăugat apă.

Exemplul de realizare 3

Tabelul 3: Exemplu de realizare cu particule de umplutură de oxid de aluminiu grosiere și fine și o compoziție de silanol alcoolică preparată prin hidroliza (3-glicidiloxipropil)triethoxisilanului, fără adaos de apă

Material	Cântărire [% în greutate]
Al ₂ O ₃ „grosier“ de înaltă puritate (d ₅₀ = 10-40 μm, d _{max} = 70-110 μm)	84,30
Al ₂ O ₃ „fin“ de înaltă puritate (d ₅₀ = 0,1-0,2 μm)	4,95
Agent de lichefiere (dizolvat în apă)	0,82
Antispumant	0,08

Apă

0,00

În exemplul de realizare 3 s-au utilizat un material de umplură de oxid de aluminiu grosier și unul fin și o compoziție de silanol autopreparată și nu s-a adăugat apă. Compoziția de silanol a fost preparată prin agitarea unui amestec de (3-glicidiloxipropil)triethoxisilan cu o cantitate stoichiometrică de apă în raport cu grupările etoxi, într-un sistem închis la 70 °C timp de 3 ore, și reacționarea acestuia pentru a forma (3-glicidiloxipropil)silanol și etanol.

Exemplul de realizare 4

Tabelul 4: Exemplu de realizare cu particule de umplură de oxid de aluminiu grosiere și fine și o compoziție de silanol alcoolică preparată prin hidroliza (3-glicidiloxipropil)triethoxisilanului și a 3-mercaptopropiltriethoxisilanului fără adaos de apă

Material	Cântărire [% în greutate]
Al ₂ O ₃ „grosier” de înaltă puritate (d ₅₀ = 10-40 μm, d _{max} = 70-110 μm)	84,30
Al ₂ O ₃ „fin” de înaltă puritate (d ₅₀ = 0,1-0,2 μm)	4,95
Compoziție de silanol preparată din (3-glicidiloxipropil)silanol, 3-mercaptopropiltriethoxisilan și etanol	9,85
Agent de lichefiere (dizolvat în apă)	0,82
Antispumant	0,08
Apă	0,00

În exemplul de realizare 4 s-au utilizat un material de umplură de oxid de aluminiu grosier și unul fin și o compoziție de silanol autopreparată și nu s-a adăugat apă. Compoziția de silanol a fost preparată prin agitarea unui amestec de (3-glicidiloxipropil)triethoxisilan și 3-mercaptopropiltriethoxisilan cu o cantitate stoichiometrică de apă, în raport cu grupările etoxi, într-un sistem închis la 70 °C timp de 3 ore, și reacționarea pentru a forma (3-glicidiloxipropil)silanol și 3-mercaptopropilsilanol și etanol.

Se poate observa că compozițiile compozite în conformitate cu exemplele de realizare 1 la 4 au fost adecvate pentru încapsularea componentelor electronice și/sau electrice. Compozițiile compozite din exemplele de realizare 3 și 4 cu compoziții de silanol autopreparate, în particular cu conținut redus de apă sau aproape fără apă, au fost caracterizate ca fiind deosebit de avantajoase datorită unei formări reduse a cavităților de contracție, unei întăririi mai rapide, unei conductivități termice de peste $6 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ și unei rezistențe de aderență pe Cu de peste 8 MPa.

Revendicări

1. Compoziție compozită pentru obținerea unui compozit, în particular pentru încapsularea componentelor electronice și/sau electrice, în care compoziția compozită, pe baza greutății totale a compoziției compozite, cuprinde

≥ 10% în greutate până la ≤ 95% în greutate de cel puțin un material de umplură și
≥ 1% în greutate până la ≤ 15% în greutate de cel puțin un silanol.

2. Compoziție compozită conform revendicării 1, în care compoziția compozită cuprinde, pe baza greutății totale a compoziției compozite, < 10% în greutate de apă.

3. Compoziție compozită conform revendicării 1 sau 2, în care cel puțin un material de umplură cuprinde cel puțin un material de umplură ceramic și/sau metalic, în particular în care cel puțin un material de umplură cuprinde cel puțin un material de umplură ceramic.

4. Compoziție compozită conform uneia dintre revendicările 1 la 3, în care cel puțin un material de umplură cuprinde cel puțin un material de umplură oxidic și/sau nitridic și/sau carbidic și/sau silicatic.

5. Compoziție compozită conform uneia dintre revendicările 1 la 4, în care cel puțin un material de umplură cuprinde oxid de aluminiu și/sau dioxid de siliciu și/sau oxid de magneziu și/sau oxid de zirconiu și/sau forsterit și/sau nitrură de aluminiu și/sau nitrură de bor și/sau nitrură de siliciu, în particular oxid de aluminiu.

6. Compoziție compozită conform uneia dintre revendicările 1 la 5, în care compoziția compozită cuprinde, pe baza greutății totale a compoziției compozite, ≥ 60% în greutate până la ≤ 95% în greutate, în particular ≥ 85% în greutate până la ≤ 95% în greutate, de cel puțin un material de umplură și/sau
≥ 2% în greutate până la ≤ 12% în greutate, în particular ≥ 5% în greutate până la ≤ 10% în greutate, de cel puțin un silanol.

7. Compoziție compozită conform uneia dintre revendicările 1 la 6, în care acel cel puțin un material de umplură cuprinde cel puțin un material de umplură grosier și cel puțin un material de umplură fin.

8. Compoziție compozită conform revendicării 7, în care acel cel puțin un material de umplură grosier are o dimensiune a grăuntelui cuprinsă între $\geq 1 \mu\text{m}$ și $\leq 200 \mu\text{m}$ și/sau o valoare D50 cuprinsă între $\geq 5 \mu\text{m}$ și $\leq 110 \mu\text{m}$ și în care acel cel puțin un material de umplură fin are o dimensiune a grăuntelui cuprinsă între $\geq 0,05 \mu\text{m}$ și $\leq 1 \mu\text{m}$ și/sau o valoare D50 cuprinsă între $\geq 0,1 \mu\text{m}$ și $\leq 0,9 \mu\text{m}$.

9. Compoziție compozită conform revendicării 7 sau 8, în care compoziția compozită cuprinde, pe baza greutății totale a compoziției compozite,
 $\geq 60\%$ în greutate până la $\leq 90\%$ în greutate de acel cel puțin un material de umplură grosier și
 $\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 8\%$ în greutate de acel cel puțin un material de umplură fin.

10. Compoziție compozită conform uneia dintre revendicările 1 la 9, în care acel cel puțin un silanol cuprinde cel puțin un silantriol.

11. Compoziție compozită conform uneia dintre revendicările 1 la 10, în care acel cel puțin un silanol, în particular acel cel puțin un silantriol, cuprinde un radical organic, în particular în care radicalul organic cuprinde cel puțin o grupare funcțională, în particular o grupare epoxidică și/sau o grupare amino și/sau o grupare mercapto și/sau o grupare vinil.

12. Compoziție compozită conform uneia dintre revendicările 1 la 11, în care compoziția compozită mai cuprinde cel puțin un alcool, în particular în care compoziția compozită mai cuprinde, pe baza greutății totale a compoziției compozite, $\geq 1\%$ în greutate până la $\leq 15\%$ în greutate, în particular $\geq 2\%$ în greutate până la $\leq 12\%$ în greutate, de acel cel puțin un alcool.

13. Compoziție compozită conform uneia dintre revendicările 1 la 12, în care acel cel puțin un silanol și/sau acel cel puțin un alcool este conținut în compoziția compozită sub forma unei compoziții de silanol, în care compoziția de silanol cuprinde cel puțin un silanol și cel

puțin un alcool, în care compoziția de silanol este preparată prin reacționarea unui amestec de cel puțin un trialcxisilan și apă și/sau printr-un procedeu conform uneia dintre revendicările 14 la 17 și/sau este o compoziție de silanol conform uneia dintre revendicările 18 sau 19.

14. Procedeu de preparare a unei compoziții de silanol, în particular pentru o compoziție compozită conform uneia dintre revendicările 1 la 13, în care un amestec de cel puțin un trialcxisilan și apă este pus în reacție într-un sistem închis la o temperatură ≥ 60 °C, în particular la o temperatură cuprinsă între ≥ 60 °C și < 100 °C, pentru a obține cel puțin un silanol și cel puțin un alcool.

15. Procedeu conform revendicării 14, în care amestecul utilizat, pe baza greutateii totale a amestecului, cuprinde

$\geq 70\%$ în greutate până la $\leq 90\%$ în greutate, în particular $\geq 82\%$ în greutate până la $\leq 88\%$ în greutate, de acel cel puțin un trialcxisilan și

$\geq 10\%$ în greutate până la $\leq 30\%$ în greutate, în particular $\geq 12\%$ în greutate până la $\leq 18\%$ în greutate, de apă,

în particular apa este utilizată într-o cantitate stoichiometrică sau într-o cantitate suprastoichiometrică cu un factor $\leq 1,7$, în particular $\leq 1,3$, la grupările alcoxi ale cel puțin unui trialcxisilan.

16. Procedeu conform revendicării 14 sau 15, în care acel cel puțin un trialcxisilan cuprinde cel puțin un trietoxisilan și/sau cel puțin un tripropoxisilan și/sau cel puțin un tributoxisilan, în particular cel puțin un trietoxisilan.

17. Procedeu conform uneia dintre revendicările 14 la 16, în care acel cel puțin un trialcxisilan cuprinde un radical organic, în particular cel puțin o grupare epoxidică și/sau o grupare amino și/sau o grupare mercapto și/sau o grupare vinil.

18. Compoziție de silanol, în particular pentru aplicarea cu cel puțin un material de umplură ceramic și/sau metalic și/sau pe un produs metalic și/sau ceramic și/sau pentru prepararea unei compoziții compozite conform uneia dintre revendicările 1 la 13 și/sau

preparată printr-un procedeu conform uneia dintre revendicările 14 la 17, în care compoziția de silanol, pe baza greutateii totale a compoziției de silanol, cuprinde $\geq 30\%$ în greutate până la $\leq 70\%$ în greutate, în particular $\geq 40\%$ în greutate până la $\leq 60\%$ în greutate, de cel puțin un silanol, $\geq 25\%$ în greutate până la $\leq 70\%$ în greutate, în particular $\geq 40\%$ în greutate până la $\leq 60\%$ în greutate, de cel puțin un alcool, în particular etanol, și $\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 20\%$ în greutate, în particular $\geq 0\%$ în greutate până la $\leq 5\%$ în greutate, de apă, în particular în care procentul în greutate al cel puțin unui silanol, procentul în greutate al cel puțin unui alcool și procentul în greutate al apei reprezintă 100% în greutate.

19. Compoziție de silanol conform revendicării 18, în care acel cel puțin un alcool este etanol, și/sau în care acel cel puțin un silanol cuprinde cel puțin un silantriol, și/sau în care acel cel puțin un silanol cuprinde un radical organic, în particular cu cel puțin o grupare funcțională, în particular cu cel puțin o grupare epoxidică și/sau o grupare amino și/sau o grupare mercapto și/sau o grupare vinil.

20. Procedeu de preparare a unei compoziții compozite conform uneia dintre revendicările 1 la 13, în care se amestecă cel puțin un silanol și cel puțin un material de umplură, în care, pe baza greutateii totale a compoziției compozite care urmează să fie preparată, se utilizează

$\geq 10\%$ în greutate până la $\leq 95\%$ în greutate, în particular $\geq 60\%$ în greutate până la $\leq 95\%$ în greutate, de acel cel puțin un material de umplură și

$\geq 1\%$ în greutate până la $\leq 15\%$ în greutate, în particular $\geq 2\%$ în greutate până la $\leq 12\%$ în greutate, de acel cel puțin un silanol.

21. Procedeu conform revendicării 20, în care se mai adaugă cel puțin un alcool, în particular în care, pe baza greutateii totale a compoziției compozite care urmează să fie preparată, se utilizează $\geq 1\%$ în greutate până la $\leq 15\%$ în greutate, în particular $\geq 2\%$ în greutate până la $\leq 12\%$ în greutate, de acel cel puțin un alcool.

22. Procedeu conform revendicării 20 sau 21, în care acel cel puțin un silanol și/sau acel cel puțin un alcool se utilizează sub forma unei soluții alcoolice, în particular în care acel cel puțin un material de umplutură se adaugă la soluția alcoolică a cel puțin unui silanol.

23. Procedeu conform uneia dintre revendicările 20 la 22, în care acel cel puțin un silanol și/sau acel cel puțin un alcool este utilizat sub forma unei compoziții de silanol preparate printr-un procedeu conform uneia dintre revendicările 14 la 17 și/sau sub forma unei compoziții de silanol conform revendicării 18 sau 19.

24. Procedeu conform uneia dintre revendicările 20 la 23, în care amestecarea, în particular prin agitare, se realizează sub vid.

25. Procedeu de fabricare a unui compozit și/sau a unei structuri solide, în particular sub formă de strat de încapsulare și/sau strat de turnare și/sau strat de acoperire, în care o compoziție compozită conform uneia dintre revendicările 1 la 13 și/sau o compoziție de silanol preparată conform unui procedeu conform revendicărilor 14 la 17 și/sau o compoziție de silanol conform revendicărilor 18 sau 19 și/sau o compoziție compozită preparată conform unui procedeu conform revendicărilor 20 la 21 este întărită la o temperatură cuprinsă în intervalul $\geq 130\text{ }^{\circ}\text{C}$, în particular până la $\leq 250\text{ }^{\circ}\text{C}$.

26. Procedeu conform revendicării 25, în care compoziția compozită și/sau compoziția de silanol este mai întâi turnată pe un substrat, în particular un substrat ceramic și/sau metalic, și apoi întărită.

27. Procedeu conform revendicării 25 sau 26, în care compoziția compozită și/sau compoziția de silanol este uscată înainte de întărire, în particular în care uscarea este efectuată la o temperatură cuprinsă între $\geq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ și $\leq 95\text{ }^{\circ}\text{C}$.

28. Procedeu conform uneia dintre revendicările 25 la 27, în care substratul cuprinde cel puțin o componentă electronică și/sau electrică și/sau cel puțin un ansamblu electronic și/sau electric, în particular cel puțin un modul electronic, și/sau cel puțin o placă de circuite imprimate și/sau cel puțin un fir și/sau cel puțin o lipitură.

29. Compozit, în particular un material compozit de încapsulare a componentelor electronice și/sau electrice, în particular un material compozit pentru componente electronice de putere, și/sau o structură solidă, în particular sub formă de strat de încapsulare și/sau de turnare și/sau de acoperire, obținut printr-un procedeu conform uneia dintre revendicările 25 la 28.

30. Utilizare a unei compoziții compozite conform uneia dintre revendicările 1 la 13 și/sau a unei compoziții de silanol preparate printr-un procedeu conform uneia dintre revendicările 14 la 17 și/sau a unei compoziții de silanol conform revendicărilor 18 sau 19 și/sau a unei compoziții compozite preparate printr-un procedeu conform revendicărilor 20 la 24 ca și compus de încapsulare și/sau compus de turnare și/sau agent de acoperire, în particular pentru aparatură electrică și/sau electronică, în particular pentru electronică de putere.



- 53 -

Desene

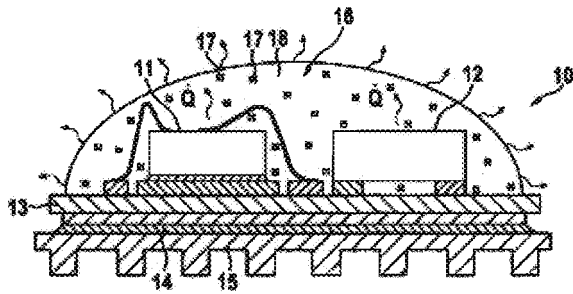


Figura 1