
Octrooiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8004908**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Elektrisch isolerend substraat, tevens geschikt voor het afvoeren van warmte.**
- ⑤1 Int.Cl.³: B32B15/04, C08K7/18, H05K7/20, H05K1/00.
- ⑦1 Aanvrager: Showa Denko Kabushiki Kaisha te Tokio.
- ⑦4 Gem.: Ir. C.M.R. Davidson c.s.
Octrooibureau Vriesendorp & Gaade
Dr. Kuiperstraat 6
2514 BB 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8004908.
- ②2 Ingediend 29 augustus 1980.
- ③2 Voorrang vanaf 30 augustus 1979.
- ③3 Land van voorrang: Japan (JP).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 109666/79 .
- ②3 --
- ⑥1 --
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 3 maart 1981.

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

Elektrisch isolerend substraat, tevens geschikt voor het afvoeren van warmte.

De uitvinding heeft betrekking op een elektrisch isolerend substraat dat een goede thermische geleidbaarheid bezit en dat wordt gebruikt voor de vervaardiging van een printplaat of een plaat voor warmte-afvoer en dergelijke op het gebied van elektronische schakelingen.

Bekend is het gebruik voor een substraat van een printplaat of van een warmte-afvoer, van samengestelde materialen die bestaan uit een substraat en een organisch polymeer materiaal, bijvoorbeeld laminaten die zijn vervaardigd van een papieren substraat en een fenolhars of van een glazen substraat en een epoxyhars, of van keramische materialen, bijvoorbeeld platen van aluminiumoxyde. Deze substraat-materialen schieten echter hierin tekort dat als gevolg van een geringe warmte-geleidbaarheid en een onvoldoende warmte-uitstraling elementen die een sterke warmte-ontwikkeling veroorzaken zoals schakelingen in een IC-techniek, een MSI-techniek of een LSI-techniek, niet met grote dichtheid kunnen worden aangebracht op deze substraten.

Om aan dit bezwaar tegemoet te komen zijn substraten ontwikkeld die als basis een metaal hebben welk metaal een wat betreft elektrische geleidbaarheid en warmtegeleidbaarheid uitstekende eigenschappen heeft. Bijvoorbeeld zijn ontwikkeld een samengesteld laminaat omvattende een metaal en een organisch polymeer materiaal, en een samengestelde plaat uit metaal en keramiek in de vorm van aluminium plaat met een daarop een door anodisatie verkregen oxydelaagje (alumilite). Echter schieten ook dergelijke substraten tekort. Wat betreft het eerstgenoemde substraat neemt de thermische weerstand toe als gevolg van de aanwezigheid van het organische polymeer materiaal en wat betreft het laatstgenoemde substraat blijkt

bij verhoging van de temperatuur het alumilite oxydelaagje te barsten hetgeen resulteert in een verslechtering van de elektrische isolatie-eigenschap.

Het doel van de uitvinding is een nieuw substraat
5 te verschaffen met een geringe thermische weerstand en tegelijk een goede elektrische isolatie. Tot dit doel wordt volgens de uitvinding verschaft een elektrisch isolerend en goed warmtegeleidend substraat dat bestaat uit een goed warmtegeleidende metalen plaat, bijvoorbeeld van aluminium, en een daarop gevormde film welke film bestaat
10 uit een dispersie van metaaloxysde-deeltjes met een vorm-factor die hierna wordt gedefinieerd, ten bedrage van 1-1,4 en met een veelhoekige vorm met gladde oppervlakken, in een klevend organisch polymeer.

De uitvinding zal hierna worden toegelicht met
15 een beschrijving van een uitvoeringsvoorbeeld. De beschrijving verwijst naar een tekening.

Fig. 1 geeft een doorsnede van het elektrisch isolerende substraat volgens de uitvinding.

Fig. 2 (a) is een doorsnede van een elektrisch
20 isolerend substraat in een reeds bekende uitvoering.

Fig. 2 (b) toont in een doorsnede een ter vergelijking aangevoerd elektrisch isolerend substraat.

Fig. 3 geeft in doorsnede de opstelling waarin de warmtegeleidbaarheid van het substraat wordt gemeten.

25 Een samengesteld laminaat, bestaande uit een metaal en een organisch polymeer materiaal schiet, zoals hiervoor is uiteengezet, hierin tekort dat de warmteweerstand hoog is. Indien een elektrisch isolerende anorganische vulstof met een goed warmtegeleidingsvermogen, zoals aluminiumoxyde of siliciumoxyde, in het
30 organische polymeer materiaal wordt opgenomen, kan de warmteweerstand in zekere mate geringer zijn. Aangezien echter een normaal verkrijgbare anorganische vulstof wordt gevormd door een produkt dat is verkregen langs de natte weg of langs de droge weg, te vermahlen hebben de deeltjes een ingewikkeld oppervlak met uitsteeksels en holtes
35 waarbij deze oppervlakken van de deeltjes aan het substraat hechten

voornamelijk via puntcontact. Deze wijze van contact maken is schematisch weergegeven in fig. 2(a) waarin de verwijzingscijfers 1, 2 en 5 een substraat, bijvoorbeeld een plaat aluminium, voorstellen, respectievelijk een organisch polymeer en een anorganische vulstof, bijvoorbeeld aluminiumoxyde of siliciumoxyde. De vulstof 5 is in contact met het substraat 1 ter plaatse van de contactpunten 6. Hoewel dus de vulstof op zichzelf genomen een goede warmtegeleidbaarheid heeft, wordt op deze wijze niet voldoende warmte naar het substraat toegevoerd.

Volgens de uitvinding wordt de anorganische vulstof gebruikt in de vorm van deeltjes met een bepaalde vorm-factor en met een veelhoekige vorm, bijvoorbeeld rechthoekig, vijfhoekig, zeshoekig of achthoekig, en bij voorkeur met gladde oppervlakken. Door deze gladde vlakjes aan de deeltjes worden tussen het substraat en de deeltjes volgens de uitvinding contacten verkregen van vlak tegen vlak waardoor de eigenschappen van het samengestelde laminaat ten opzichte van de bekende uitvoeringen beter zijn.

In fig. 1 die schematisch een substraat volgens de uitvinding voorstelt, is een metalen plaat 1 bijvoorbeeld een plaat van aluminium dat een alumilite-behandeling kan hebben ondergaan hoewel dit niet in de tekening is aangegeven. Een klevende organische polymeerlaag 2 bevat in dispersie metaaloxysde-deeltjes 3 met een vorm-factor ter waarde van 1-1,4, waarbij deze deeltjes 3 gladde vlakjes vertonen. Een van de vlakjes, het vlakje 4, van de veelhoekige deeltjes is getekend in een contact van vlak of vlak met de plaat 1.

De "vorm-factor" waarvan hiervoor sprake was, wordt op de volgende wijze bepaald.

Deeltjes worden in de stabiele toestand gedispergeerd op een platte plaat en van elk deeltje wordt de grootste afmeting en de afmeting loodrecht daarop onder een rechte hoek gemeten in overeenstemming met de microscoop vergrotingswerkwijze die is gespecificeerd in JIS R-6002 (Japans normalisatieblad). De gemiddelde waarde van de verhouding tussen de grootste afmeting en de aldus bepaalde kleinste afmeting wordt berekend. Het aantal van

de gemeten deeltjes bedraagt normaal 200. Volgens deze werkwijze worden de grootste afmeting en de kleinere gemeten in de toestand waarbij de deeltjes stabiel zijn geplaatst op het platte vlak. Indien de hierboven genoemde verhouding kleiner is dan 1,4 worden ook
 5 plaat-vormige deeltjes daarbij inbegrepen. Indien de vorm-factor de waarde 1,4 overtreft, nemen de eigenschappen als gevolg van de vulling af en wordt het warmtegeleidingsvermogen geringer. Om deze reden worden deeltjes met een vorm-factor die groter is dan 1,4, niet bij de uitvinding toegepast. Ingeval de deeltjes een grote
 10 vorm-factor hebben, bijvoorbeeld een vorm-factor 7 zoals in fig. 2 (b) is getekend, overlappen de deeltjes elkaar gedeeltelijk en zijn de oppervlakken van deze overlappende deeltjes gewoonlijk gering hetgeen één reden is voor de verlaging van de warmtegeleidbaarheid. In het geval daarentegen van plaatvormige deeltjes met een vorm-
 15 factor die kleiner is dan 1,4, verslechteren de eigenschappen van de vulstof in de bekledingsfilm niet en is het contactoppervlak tussen het substraat en de deeltjes groot. Zelfs indien dergelijke deeltjes elkaar gedeeltelijk overlappen is het contactoppervlak tussen de deeltjes groot omdat de deeltjes goed vullen en daarom is
 20 een goede warmtegeleidbaarheid verzekerd.

In fig. 1 en in fig. 2(a) is de toestand weergegeven waarbij de deeltjes zich bevinden in één enkele laag in de laag van het organische polymeer. Vanzelfsprekend kunnen de deeltjes willekeurig zijn geschikt en gedispergeerd in vele lagen in
 25 het organische polymeer overeenkomstig de afmeting van de deeltjes en dergelijke. In dit geval dienen natuurlijk de zijkanten van de deeltjes met elkaar in contact te worden gebracht. Aangezien echter de deeltjes die volgens de uitvinding worden gebruikt, gladde oppervlakken bezitten, neemt het contactoppervlak tussen de deeltjes toe
 30 en dit vergrote contactoppervlak heeft een goede invloed op de warmtegeleiding.

Indien de deeltjes groot zijn moet de dikte van de polymeerlaag dienovereenkomstig worden vergroot. Het verdient daarom gewoonlijk de voorkeur dat de deeltjesgrootte niet meer dan
 35 200 micrometer bedraagt, in het bijzonder niet meer dan 20 micro-

meter. Indien daarentegen de deeltjes klein zijn neemt het effect door het gebruikmaken van veelhoekige deeltjes af. Het verdient daarom de voorkeur dat de afmeting van de deeltjes niet minder dan 2 micrometer bedraagt.

5 Verder verdient het de voorkeur dat het warmtegeleidingsvermogen van de deeltjes groot is.

Als deeltjes die aan de hiervoor genoemde vereisten voldoen en die fabriekmatig kunnen worden vervaardigd, kunnen worden genoemd deeltjes van de metaaloxiden Al_2O_3 , SiO_2 en TiO_2 .

10 Korund-deeltjes (Al_2O_3) hebben in het bijzonder de voorkeur omdat gemakkelijk veelhoekige en plaatvormige deeltjes kunnen worden verkregen met het hydrothermische synthese-proces.

Als plaat met een goed warmtegeleidingsvermogen kan gebruik worden gemaakt van platen van aluminium, koper, zilver,
15 nikkel, titaan of ijzer. Vanuit de gezichtspunten van kostprijs en gewicht verdient in het bijzonder de voorkeur een plaat van aluminium, van aluminium dat een alumilite-behandeling heeft ondergaan (dat wil zeggen anodisch is geoxydeerd) of van ijzer. De dikte van een dergelijke metalen plaat bedraagt gewoonlijk tussen 0,5 en 3 mm.

20 Voor het klevende organische polymeer kan bijvoorbeeld gebruik worden gemaakt van een epoxyhars of een fenolhars of anders van een siliconenrubber.

Wanneer het gehalte aan gedispergeerde metaaloxidedeeltjes in het organische polymeer gering is, is de warmtegeleidbaarheid laag. Indien daarentegen het gehalte aan metaaloxidedeeltjes groot is, wordt het moeilijk een sterke film te vormen. Het verdient daarom de voorkeur dat het volume van de deeltjes in de film van 5-55 % bedraagt, en bij voorkeur van 10-50 %, van het totale volume van de film. Het volume dat overeenkomt met van 2-30 % in
30 het deeltjes innemende volume van 5-55 %, kan worden ingenomen door in de handel verkrijgbaar fijn keramisch poeder (bijvoorbeeld hexagonaal BN, BeO of SiO_2), en wel met een deeltjesgrootte die geringer is dan die van de metaaloxidedeeltjes en voor zover de sterkte van de film niet ernstig wordt aangetast. Wanneer zulke fijne deeltjes
35 mee worden opgenomen, komen deze terecht tussen de metaaloxidedeeltjes.

deeltjes en kan het warmtegeleidingsvermogen van de film op deze wijze verder worden vergroot.

De dispersie van de metaaloxysde-deeltjes in het organische polymeer kan worden aangebracht op een doek van glasvezel. Het glasvezeldoek wordt op de metalen plaat gehecht op zodanige wijze dat het oppervlak daarvan waarop de dispersie is aangebracht, in contact is met de metalen plaat. Wanneer de dispersie wordt aangebracht op de glasvezeldoek zijn met voordeel de dikte van de dispersiefilm en daarmee de thermische weerstand zowel als de doorslagspanning van de samengestelde film, gelijkmatig.

De dikte van de film is variabel afhankelijk van het gebruiksdoel van het substraat, maar ligt gewoonlijk tussen 0,01 en 0,2 mm en in het bijzonder tussen 0,01 en 0,1 mm.

De werkwijze voor het vormen van de film van een substraat volgens de uitvinding zal nu worden beschreven.

In het geval van aluminiumoxyde, siliciumoxyde en titaanoxyde kunnen korrelvormige of plaatvormige veelhoekige deeltjes met een vorm-factor tussen 1 en 1,4 worden verkregen door middel van de hydrothermische synthese-werkwijze. Bijvoorbeeld kunnen korrelvormige veelhoekige deeltjes van aluminiumoxyde met een vorm-factor tussen 1 en 1,4 en waarvan het merendeel begrensd is door gladde oppervlakken, worden verkregen met de werkwijze die is beschreven in de ter inzake gelegde Japanse octrooiaanvraag 15498/77 (Amerikaans octrooischrift 4.193.768), en kunnen plaatvormige deeltjes van aluminiumoxyde worden verkregen volgens de werkwijze die is beschreven in de openbaar gemaakte Japanse octrooiaanvraag 7750/62.

Deze deeltjes worden op voldoende wijze gemengd en gedispergeerd in het genoemde organische polymeer en in de dispersie worden een uithardmiddel en eventueel andere toevoegingen opgenomen. De dispersie wordt in een laag aangebracht op één of beide oppervlakken van de metalen plaat door spuiten of door drukken en wordt vervolgens gedroogd en uitgehard.

Bij gebruik van het goed warmtegeleidende en goed elektrisch isolerende substraat volgens de uitvinding als substraat

voor een printplaat wordt een koperen folie of een bekledingslaag van koper gevormd op het oppervlak van de film en wordt in de aan-
gebrachte laag koper een schakeling gevormd. Wanneer het substraat volgens de uitvinding gebruikt wordt als warmte-afvoerorgaan wordt
5 op de beide oppervlakken een warmte-afvoervet in een laag aange-
bracht en het substraat wordt ingebracht en bevestigd tussen een transistor en een warmte-afvoer en wordt in deze toestand gebruikt.
In sommige gevallen, namelijk wanneer de film een rubber-achtige kleefstof bevat behoeft het warmte-afvoervet niet te worden ge-
10 bruikt.

Voorbeeld I

Door middel van het hydrothermische synthese-
proces werden korund-deeltjes bereid met gebruikmaking van alumi-
niumhydroxyde als uitgangsmateriaal en van aluminiumoxyde van de
15 leverancier Bayer als kiemkristal-materiaal. De zo bereide korund-
deeltjes werden gebruikt als metaaloxys-deeltjes. De meeste deel-
tjes waren korrelvormige veelhoekige deeltjes, begrensd door gladde
oppervlakken (zie de ter inzage gelegde Japanse octrooiaanvraag
15498/77 met betrekking tot de werkwijze voor het bereiden van de
20 gebruikte korund-deeltjes). De eigenschappen van de deeltjes zijn
opgesomd in tabel A.

De deeltjes (250 g) werden goed gemengd met 100
g van een epoxyhars (Epikote 828 van Shell Chemicals Co.). Het
volume van de deeltjes in het mengsel bedroeg 38 %. In het mengsel
25 werd een uithardmiddel van het imidazool-type (vervaardigd door
Shikoku Kasei K.K.) opgenomen. De verkregen samenstelling werd in
een laag aangebracht op het ene oppervlak van een aan een alumilite
behandeling onderworpen aluminium plaat met een dikte van 1 mm.
Het aanbrengen in een laag geschiedde door middel van spuiten of
30 met behulp van een rakel. De dikte van de aangebrachte film bedroeg
0,06 mm.

Ter vergelijking werd een substraat vervaardigd
op dezelfde wijze als hierboven beschreven behalve dan dat een
poederprodukt van door elektrofusie verkregen aluminiumoxyde werd
35 gebruikt in plaats van het hiervoor genoemde korund.

De temperatuurverschillen werden bepaald met gebruikmaking van een inrichting als getekend in fig. 3 om zo de substraten te vergelijken ten aanzien van het warmtegeleidingsvermogen. In fig. 3 werd een transistor 10 van het type TO-3 bevestigd op het bovenoppervlak van het substraat 11. Het onderoppervlak van het substraat werd verbonden met een warmte-afvoer 12 bestaande uit aluminium. Teneinde een dichte aansluiting te verkrijgen werd tussen de transistor en het substraat een voor de warmte-afvoer werkzaam siliconenvet aangebracht. De door de transistor opgewekte warmte tot stand gebrachte temperatuurgradiënt werd bepaald en het warmtegeleidingsvermogen werd berekend uitgaande van het temperatuurverschil tussen de punten A en B in fig. 3. De verkregen resultaten zijn weergegeven in tabel A.

TABEL A

	<u>Uitvinding</u>		<u>Vergelijkingsverb.</u>
15	Korund		Poederprodukt
Deeltjes			
Deeltjesgrootte (μm)	4 - 16		4 - 17
Oppervlaktetoestand	Veelhoekig, glad		Onregelmatig met holten en uitsteeksels
20	Vorm-factor	1,10 1,30	1,65
Temperatuurverschil ($^{\circ}\text{C}$)	2,5	2,6	3,5

Voorbeeld II

In 500 cm^3 van een siliciumoxydesol (met een deeltjesgrootte van 15 nm en met een concentratie van 20 %) werd 3 g siliciumoxyde in poedervorm met een deeltjesgrootte van $3\text{ }\mu\text{m}$ opgenomen en het mengsel werd ingebracht in een autoclaaf. De reactie werd uitgevoerd bij 400°C onder een druk van 40 MPa om zo hydrothermisch gesynthetiseerd kwarts te vormen. Op dezelfde wijze als beschreven in voorbeeld I werd een substraat vervaardigd, met de uitzondering dat gebruik werd gemaakt van het gesynthetiseerde kwarts in plaats van het in voorbeeld I gebruikte korund. De warmtegeleidbaarheid werd bepaald op de wijze als aangegeven in voorbeeld I. Ter vergelijking werd een substraat vervaardigd op dezelfde wijze als hierboven beschreven, behalve dan dat in plaats van het hydro-

thermisch gesynthetiseerde kwarts verpoederd kwarts werd gebruikt.
De verkregen resultaten zijn opgesomd in tabel B.

TABEL B

		<u>Uitvinding</u>	<u>Vergelijkingsverb.</u>
5	Deeltjes	Synthetisch kwarts	Gemalen kwarts
	Deeltjesgrootte (μm)	6-14	6 - 14
	Oppervlaktetoestand	Veelhoekig, glad	Onregelmatig met holten en uitsteeksels
	Vorm-factor	1,15	1,35
			1,5
10	Temperatuurverschil ($^{\circ}\text{C}$)	3,0	3,2
			3,9

Voorbeeld III

Het proces volgens voorbeeld I werd herhaald behalve dan dat een ijzeren plaat met een dikte van 1 mm werd gebruikt voor de metalen plaat. De eigenschappen van de metaaloxiedeeltjes en de meetuitkomst van het temperatuurverschil zijn in tabel C opgesomd.

TABEL C

		<u>Uitvinding</u>	<u>Vergelijkingsverb.</u>
20	Deeltjes	Synthetisch kwarts	Gemalen kwarts
	Deeltjesgrootte (μm)	5 - 60	6 - 14
	Oppervlaktetoestand	Veelhoekig, glad	Onregelmatig met holten en uitsteeksels
	Vorm-factor	1,10	1,30
			1,65
25	Temperatuurverschil ($^{\circ}\text{C}$)	3,0	3,1
			4,2

30

C O N C L U S I E S

1. Elektrisch isolerend substraat dat een goede warmtegeleiding vertoont, gekenmerkt door een goed warmtegeleidende metalen plaat en daarop gevormde film, welke film is samengesteld uit een dispersie van metaaloxysde-deeltjes met een vorm-factor tussen 1 en 1,4 en met een veelhoekige vorm met gladde vlakjes opgenomen in een klevend organisch polymeer.
2. Substraat volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het metaaloxysde Al_2O_3 , SiO_2 of TiO_2 is.
3. Substraat volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de metaaloxysde-deeltjes veelhoekige korund (Al_2O_3) deeltjes zijn met gladde kristalgroevlakken die zijn bereid volgens het hydrothermische synthese-proces.
4. Substraat volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat de deeltjesgrootte valt tussen 2 en 200 m.
5. Substraat volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat het volume van de metaaloxysde-deeltjes in de film tussen 5 en 55 % van het totale volume van de film bedraagt.
6. Substraat volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat 2-30 % van het deeltjes innemende volume behorende tot de 5-55 % wordt ingenomen door in de handel verkrijgbaar fijn keramisch poeder met een deeltjesgrootte die geringer is dan die van de metaaloxysde-deeltjes.
7. Substraat volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat de dikte van de film ligt tussen 0,01 en 0,2 mm.
8. Substraat volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de thermisch geleidende metalen plaat bestaat uit aluminium, geanodiseerd aluminium of ijzer.
9. Substraat volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat de dispersie is aangebracht op een glasvezeldoek welke doek op zodanige wijze is gehecht aan de goed warmtegeleidende metalen plaat dat het oppervlak waarop de dispersie is aangebracht, in aanraking is met deze plaat.
10. Substraat volgens conclusie 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 of 8, met het kenmerk, dat de metaaloxysde-deeltjes die zijn

aangebracht op de goed warmtegeleidende metalen plaat, een vlak op vlak contact hebben met de metalen plaat.

Fig. 1

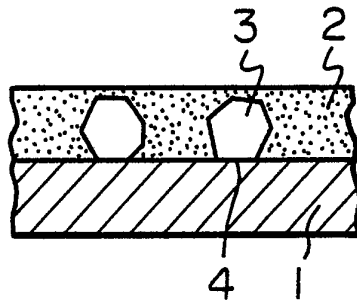


Fig. 2a

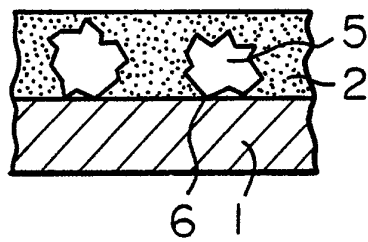


Fig. 2b

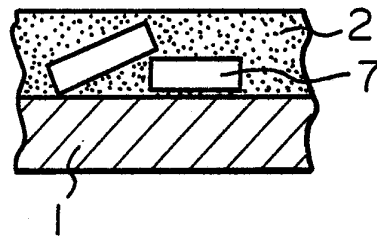


Fig. 3

