
Octrooiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8101467**

Nederland

⑲ **NL**

⑤4 **Geleidende pasta.**

⑤1 Int.Cl³.: C22C 28/00, C22C 30/00, C22C 12/00, C22C 13/00, C22C 18/00, H01B 1/02.

⑦1 Aanvrager: Sony Corporation (Sony Kabushikikaisha) te Tokio.

⑦4 Gem.: Ir. A. Siedsma c.s.
Octrooibureau Arnold & Siedsma
Sweelinckplein 1
2517 GK 's-Gravenhage.

②1 Aanvraag Nr. 8101467.

②2 Ingediend 24 maart 1981.

③2 Voorrang vanaf 24 maart 1980.

③3 Land van voorrang: Japan (JP).

③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 37152/80 .

⑥2 - -

④3 Ter inzage gelegd 16 oktober 1981.

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

Geleidende pasta.

De uitvinding heeft in het algemeen betrekking op een geleidende pasta en een werkwijze voor het bereiden daarvan en is meer in het bijzonder gericht op een geleidende pasta, die geschikt is voor het gebruik als een zogenaamd
5 open-gat-vulmateriaal voor het geleidend verbinden van de gedeelten van de respectieve schakelingen op de respectieve lagen van een gedrukte-schakeling-plaat van het meerlagen-type, als een verbindingsmateriaal tussen geleidende schakelpatronen of voor het maken van een geleidend patroon en
10 een werkwijze voor het bereiden daarvan.

Een gedrukte-schakeling-plaat van het meerlagen-type volgens de stand der techniek zal worden beschreven aan de hand van figuur 1, waarin de achtereenvolgende produktietrappen daarvan zijn aangegeven. Zoals weergegeven in
15 figuren 1A en 1B, wordt een plaat 1 van een isolerend materiaal, zoals fenolhars, epoxyhars en dergelijke, vervaardigd en worden koperfoelies 2, resp. 2' aan het bovenoppervlak, resp. onderoppervlak van de plaat 1 gehecht onder vorming van een zogenaamde met koper beklede gelamineerde
20 plaat 3. Vervolgens wordt op een tevoren bepaalde plaats van de plaat 3 een open gaat 4 geboord, dat van boven naar beneden door de plaat 3 en door de daarop aanwezige koperfoelies 2, 2' loopt. De plaat 3 wordt aan een stroomloos bekleeden met koper en vervolgens aan een elektrolytisch
25 bekleeden met koper onderworpen om een koperbekledingslaag 5 op het binnenoppervlak van het open gat 4 en op de oppervlakken van de koperfoelies 2 en 2' te vormen, zoals weergegeven in figuur 1C. Vervolgens wordt in het open gat 4 een etsresist 6 aangebracht en worden etsresists 7 op de
30 koperfoelies 2 en 2' gedrukt in patronen overeenkomstig de te vormen bedradingspatronen, zoals weergegeven in figuren 1D en 1E. Hierna worden, zoals weergegeven in figuren 1F en 1G, de koperfoelies 2 en 2' selectief weggeetst met de resists 6 en 7 als een masker teneinde overbodige gedeelten

koperfoelie te verwijderen en zo bedradingspatronen 8 en 8' te vormen, waarna de resists 6 en 7 worden verwijderd voor het verkrijgen van een gedrukte-schakeling-plaat 10 van het meerlagentype.

5 Een ander voorbeeld van de gedrukte-schakeling-plaat van het meerlagentype volgens de stand der techniek is weergegeven in figuur 3. Bij dit voorbeeld wordt een met koper beklede gelamineerde plaat 3, die overeenkomt met de in figuur 1 weergegeven gelamineerde plaat 3, eerst onder-
10 worpen aan een selectief etsen om overbodige gedeelten koperfoelie van de koperfoelies 2,2' te verwijderen en zo bedradingspatronen 8 en 8' te vormen, zoals weergegeven in figuren 3A en 3B. Vervolgens wordt op een tevoren bepaalde plaats een open gat 4 door de plaat 3 geboord, welk gat
15 eveneens door de bedradingspatronen 8 en 8' gaat, waarna in het open gat 4 Ag-lak 9 bestaande uit Ag-poeder en bindmiddel wordt gebracht om beide bedradingspatronen 8 en 8' elektrisch met elkaar te verbinden, zoals weergegeven in figuren 3C en 3D voor de vervaardiging van een gedrukte-schakeling-
20 plaat 11 van het meerlagentype.

De gedrukte-schakeling-platen 10 en 11 van het meerlagentype, zoals weergegeven in figuren 1 en 3, kunnen niet vrij van de volgende gebreken zijn:

25 In het geval van de bekende gedrukte-schakeling-plaat 10 van het meerlagentype, zoals weergegeven in figuur 1 zijn, indien de bedradingspatronen 8 en 8' elektrisch met elkaar moeten worden verbonden, bijvoorbeeld het bekledingsproces enz vereist, hetgeen vrij ingewikkeld is en tot een lage produktie-opbrengst leidt. Verder is daarbij de afvoer
30 van het afvalwater niet gemakkelijk in verband met de verontreiniging, die daardoor wordt veroorzaakt. Daar het bekleden met koper aan alle oppervlakken van de plaat plaatsvindt en de bedradingspatronen daarna door selectief weg-etsen worden gevormd is dus het overbodig met koperbeklede
35 gedeelte vrij groot of nutteloos bekleden met koper vrij omvangrijk. Bovendien wordt tengevolge van het verschijnsel van het invreten 12 onder het oppervlak bij het etsen na het vormen van de koperbekledingslaag 5, zoals weergegeven

in figuur 2, het bedradingspatroon 8 (of 8') dun en gaat
dientengevolge de nauwkeurigheid van het patroon verloren.
In het geval van de gedrukte-schakeling-plaat 11 van het
meerlagentype, zoals weergegeven in figuur 3, treedt bij
5 het aanleggen van gelijkspanning op de plaat onder vochtige
omstandigheden het zogenaamde migratieverschijnsel op,
waarbij Ag zich van een gedeelte met een hoge spanning ver-
plaatst naar een gedeelte met een lage spanning en kort-
sluiting kan worden veroorzaakt. De weerstand over het open
10 gat is honderdmalen hoger dan de weerstand over het open
gat, zoals weergegeven in figuur 1, dankzij de koperbekte-
ding in het laatstgenoemde geval, zodat de karakteristiek
van de schakelingplaat 11 voor hoge frequenties slecht is.
Daar de Ag-lak 9, die in het open gat 4 wordt gebracht
15 aanzienlijke hoeveelheden bindmiddel en oplosmiddel bevat,
neemt, zoals weergegeven in figuur 4, de volumekrimp van de
Ag-lak 9 na het thermisch harden toe zodat de schakeling-
plaat 11 minder betrouwbaar is. Bovendien heeft het gebruik
van oplosmiddel een nadelige invloed op de arbeidsomstandig-
20 heden.

De uitvinding heeft nu ten doel een nieuwe ge-
leidende pasta te verschaffen.

Tevens heeft de uitvinding ten doel een nieuw
geleidend materiaal te verschaffen.

25 Bovendien heeft de uitvinding ten doel een nieuwe
geleidende pasta te verschaffen, die geschikt is voor het
gebruik bij een gedrukte-schakeling-plaat.

Verder heeft de uitvinding ten doel een nieuwe
geleidende paste te verschaffen, die geschikt is voor het
30 verbinden van schakelpatronen van een gedrukte-schakeling-
plaat.

Volgens een eerste aspect van de uitvinding
wordt een geleidende pasta verschaft, die bestaat uit een
smelt van gallium en een metaalelement, dat met gallium een
35 eutectisch mengsel vormt, en een gelijkmatig in de smelt
gedispergeerd metaalpoeder, dat met gallium een legering
vormt. Het metaalelement, dat met gallium het eutectische
mengsel vormt, maakt ten minste 20 gew.% van de smelt uit.

Volgens een ander aspect van de uitvinding wordt een geleidend materiaal verschaft, dat bestaat uit galliumlegering en in de galliumlegering geprecipiteerde fijne metaalkristallen, waarbij het metaal in staat is een eutectisch mengsel met gallium te vormen.

Andere doelstellingen, aspecten en voordelen van de uitvinding zullen duidelijk worden uit de volgende beschrijving, die gegeven wordt aan de hand van de bijgaande tekeningen, waarin

Figuren 1A-1G beelden in dwarsdoorsneden tonen, waaruit de produktietrappen voor de vervaardiging van een voorbeeld van een gedrukte-schakeling-plaat van het meerlagentype volgens de stand der techniek blijkt, die eveneens toegepast worden voor het toelichten van de onderhavige uitvinding;

Figuur 2 een beeld in dwarsdoorsnede toont, waarin op vergrote schaal de essentiële aspecten van het voorbeeld volgens de stand der techniek, zoals weergegeven in figuur 1, zijn weergegeven;

Figuren 3A-3D beelden in dwarsdoorsneden tonen, waaruit de produktietrappen voor de vervaardiging van een ander voorbeeld van de gedrukte-schakeling-plaat van het meerlagentype volgens de stand der techniek blijkt;

Figuur 4 een beeld in dwarsdoorsnede toont, waarin op vergrote schaal het essentiële gedeelte van een ander voorbeeld van de stand der techniek, zoals weergegeven in figuur 3, is getoond;

Figuur 5 een grafiek toont, waaruit het verband tussen de samenstelling van de legering en de verwerkings-temperatuur blijkt, die toegepast wordt voor het toelichten van de uitvinding;

Figuur 6 een grafiek toont, waaruit het verband tussen de verhittingstemperatuur van de geleidende pasta volgens de uitvinding en de tijd tot het harden van de geleidende pasta blijkt;

Figuren 7A-7H schema's tonen, die gebruikt worden voor het beschrijven van een voorbeeld van een geleidende materiaal volgens de uitvinding vanaf de vervaardiging.

tot de harding daarvan na het aanbrengen;

Figuur 8 een diagram toont, waaruit het verband tussen de legeringssamenstelling van het Ga-Sn-Cu-systeem en de verwerkingstemperatuur blijkt;

5 Figuur 9 een grafiek toont, waaruit hetzelfde verband voor de legering van het Ga-In-Cu-systeem als dat van figuur 8 blijkt;

10 Figuur 10 een grafiek toont, waaruit hetzelfde verband van de legering van het Ga-Zn-Cu-systeem als dat van figuur 8 blijkt;

15 Figuren 11A-11D beelden in dwarsdoorsnede tonen, waaruit de produktietrappen blijken van een voorbeeld, waarbij het geleidende materiaal volgens de uitvinding wordt gebruikt voor het maken van een gedrukte-schakeling-plaat van het meerlagentype;

 Figuren 12,13 en 14 beelden in dwarsdoornede tonen, waaruit andere gedrukte-schakeling-platen van het meerlagentype blijken, waarop de uitvinding kan worden toegepast, en

20 Figuren 15 en 16 beelden in dwarsdoorsnede tonen, waaruit de wijze van het vullen van het open gat met het geleidende materiaal volgens de uitvinding blijkt.

 De uitvinding zal onderstaand nader worden beschreven aan de hand van de bijgaande tekeningen.

25 Volgens de uitvinding wordt een geleidende pasta of geleidend materiaal bereid uit een mengsel, dat bestaat uit een smelt van gallium en een metaal, dat met gallium een eutectisch mengsel vormt, en een metaalpoeder (poeder van een enkelvoudig metaal of van een legering), dat met
30 gallium een legering vormt om het smeltpunt van de samenstelling te verhogen. Dit geleidende materiaal bezit de eigenschap, dat het bij een aanvankelijke verwerkingstemperatuur in de vorm van een pasta verkeert en daarna in verloop van tijd aan legeren onderhevig is en hard wordt. Als het
35 metaal, dat een eutectisch mengsel met gallium vormt, worden in combinatie met het gallium één of meer van de metalen indium In, tin Sn, zink Zn en bismuth Bi, bij voorkeur In, Sn, gebruikt. Als het metaal in poedervorm, dat met gallium

een legering vormt, worden afzonderlijke metalen, zoals nikkel Ni, cobalt Co, goud Au, koper Cu enz of een legering daarvan, bijvoorbeeld Ni-Cu-legering, cobaltlegering, zoals een Co-Sn-legering, koperlegering, zoals een Cu-Sn-legering
5 (meer dan 40 gew.% Cu), Cu-Zn-legering (meer dan 60 gew.% Cu), Cu-Be-legering (meer dan 98 gew.% Cu) enz. gebruikt. Het is gewenst als metaalpoeder een poeder te gebruiken, dat geen oxidelaag aan het oppervlak daarvan vormt. Sn-Zn-Be
10 enz. in de bovenvermelde legeringen verdienen in het bijzonder de voorkeur, omdat zij de oxidatie van Cu voorkomen. Het is in dit geval gewenst, dat de korrelgrootte van de bovenvermelde metaalpoeders binnen het traject van 0,5 μ m tot 500 μ m, bij voorkeur van 1,0 μ m tot 100 μ m, ligt.

Voor het bereiden van de bovenvermelde geleidende
15 pasta worden eerst vloeibaar gallium en vast metaal, dat met gallium een eutectisch mengsel vormt, in geschikte hoeveelheden afgewogen en vervolgens in een kroes verhit op een hogere temperatuur dan het smeltpunt van het metaal, dat met gallium een eutectisch mengsel vormt, en gesmolten. De
20 op deze wijze bereide smelt wordt tot een tevoren bepaalde verwerkingstemperatuur afgekoeld, waarna het metaalpoeder, dat met gallium een legering vormt, aan de smelt wordt toegevoegd. Het aan de smelt toegevoegde metaalpoeder wordt vervolgens goed gedispergeerd en gemengd met behulp van een
25 amalgammenger, trilmolen, kogelmolen en dergelijke voor het verkrijgen van een gewenste geleidende pasta. In het geval de amalgammenger wordt toegepast, gaat de smelt in verloop van 30 sec of meer in een pasta over. De smelt kan in een verhittingsatmosfeer worden gemengd.

30 De mengverhouding van de betreffende componenten, het gallium, het metaal, dat met gallium een eutectisch mengsel vormt, en het metaalpoeder, dat met gallium een legering vormt, verschilt afhankelijk van het type van het metaal. dat met het gallium een eutectisch mengsel vormt,
35 de toegevoegde hoeveelheid daarvan en de verwerkingstemperatuur (dat wil zeggen de temperatuur bij het hanteren), maar kan bij wijze van voorbeeld worden bepaald aan de hand van de betreffende grafieken, waaruit het verband tussen prak-

tische legeringssamenstellingen en verwerkingstemperaturen blijkt, zoals weergegeven in de grafieken van figuren 8-10, die onderstaand nader zullen worden beschreven.

Figuur 5 toont een grafiek, waaruit het verband tussen een gegeneraliseerde legeringssamenstelling en de verwerkingstemperatuur blijkt. In de grafiek van figuur 5 wordt het gallium aangeduid als component A, het metaal, dat met het gallium het eutectische mengsel vormt, als component B en het metaalpoeder, dat met het gallium de legering vormt, als component C en wordt langs de abscis de gewichtsverhouding $\frac{B}{A+B}$ en langs de ordinaat de gewichtsverhouding $\frac{B(s)+C}{A+B+C}$ uitgezet, waarbij B(s) de hoeveelheid geprecipiteerde kristallen van de component B aangeeft en C de hoeveelheid metaalpoeder, die voor het legeren wordt toegevoegd. In de grafiek van figuur 5 geeft kromme I de minimale hoeveelheid van de component C aan, die noodzakelijk is voor de omzetting met de component A, geven de krommen II de verbanden tussen de toe te voegen hoeveelheid van de component B voor de totale hoeveelheid van A+B ($\frac{B}{A+B}$) en de geprecipiteerde hoeveelheid B(s) voor de totale hoeveelheid A+B ($\frac{B(s)}{A+B}$) voor de betreffende verwerkingstemperaturen ($T_1^{\circ}\text{C}$, $T_2^{\circ}\text{C}$, ...) als parameters aan en geeft de kromme III de optimale pastatoestand van het geleidende materiaal of de optimale vaste stofverhouding $\frac{B(s)+C}{A+B+C}$ daarvan aan voor de verwerking wat betreft de optimale zachtheid van de pasta. Indien bij wijze van voorbeeld de hoeveelheid van de component B verondersteld wordt x te bedragen en als verwerkingstemperatuur $T_1^{\circ}\text{C}$ wordt gekozen, wordt dus de noodzakelijke minimale hoeveelheid van de component C gelijk aan a, wordt de geprecipiteerde hoeveelheid van de component B gelijk aan b en wordt de in te stellen hoeveelheid van de component C voor het bereiken van de optimale pastatoestand gelijk aan c. De noodzakelijkerwijs toe te voegen hoeveelheid van de component C wordt dus gelijk aan a+c.

De verhouding $\frac{B}{A+B}$ kan worden verhoogd naar mate de verwerkingstemperatuur hoger is. Afhankelijk van de samenstelling van de legering is het in feite gewenst de in de verhouding uitgedrukte hoeveelheid tot meer dan 20 gew. %

te beperken bij een temperatuur van 120°C , hetgeen een gewenste kritische verwerkingstemperatuur is of bij voorkeur tot een traject van bijvoorbeeld minder dan 70 gew.% in het geval van Sn of minder dan 90 gew.% in het geval van In.

- 5 Indien de hoeveelheid minder dan 20 gew.% bedraagt, wordt de vormbaarheid na het harden van de pasta slecht en wordt daardoor het zo geharde geleidende materiaal bros.

De toe te voegen hoeveelheid van de component C kan worden gevonden uit de component D en de verwerkingstemperatuur, waarbij het vereist is, dat component C in een zodanige hoeveelheid aanwezig is, dat deze bij de verwerkingstemperatuur met het gallium een zo volledig mogelijke galliumverbinding vormt en de vaste stof-verhouding $\frac{B(s)+C}{A+B+C}$ op 30 tot 50 gew.% brengt. In het algemeen is het
15 gewenst, dat de toe te voegen hoeveelheid van de component C meer dan 10 gew.delen maar minder dan 50 gew.delen per 100 gew.delen van de som van de componenten A en B bedraagt. Indien de toegevoegde hoeveelheid van de component C minder dan 10 gew.delen bedraagt, blijft gallium achter, dat niet
20 wordt omgezet, zodat de pasta niet uithardt. Indien de toegevoegde hoeveelheid van de component C daarentegen meer dan 50 gew.delen bedraagt, is de pastatoestand niet aanwezig en kan het geleidende materiaal niet voor het vullen worden gebruikt.

- 25 Het vaste stofgehalte van het geleidende materiaal, uitgedrukt in de gewichtsverhouding $\frac{B(s)+C}{A+B+C}$ wordt gekozen op meer dan 30% maar minder dan 50%, bij voorkeur ongeveer 40%. De verwerkingstemperatuur ligt mogelijk binnen het traject tussen -10°C en $+120^{\circ}\text{C}$ maar bij voorkeur tussen
30 20°C en 80°C .

De mengtemperatuur van de componenten A, B en C wordt bepaald door de betreffende grafiek tussen de legeringssamenstelling en de verwerkingstemperatuur maar verschilt in hoofdzaak afhankelijk van de typen van de component B en de toegevoegde hoeveelheid daarvan (vergelijk de
35 voorbeelden weergegeven in de grafieken van figuren 8-10, waarbij als component B Sn, In en Zn wordt gekozen). De mengtemperatuur is een zodanige temperatuur, dat de gemengde

componenten in vloeibare fase blijven, waarbij het gewenst is, dat het traject beneden de kromme I voor de optimale pastatoestand ligt in de grafiek van figuur 5.

5 Uit de volgende tabel blijkt de gewenste mengtemperatuur in het geval Sn wordt toegepast.

TABEL

$\frac{\text{Sn}}{\text{Ga+Sn}}$	30%	40%	50%	70%
Mengtemperatuur	Boven 30°C	Boven 50°C	Boven 80°C	Boven 120°C

In het geval de component B uit meer dan één element bestaat, wordt de mengtemperatuur vrij laag.

10 Figuur 7 geeft de trappen aan voor de bereiding van het geleidende materiaal, dat uit Ga-Sn-Cu-legering volgens de uitvinding wordt bereid. Zoals aangegeven in figuren 7A en 7B, worden eerst vloeibaar Ga 21 en vast Sn 22 afzonderlijk afgewogen en vervolgens gemengd. Nadat het mengsel onder vorming van een smelt is verhit, wordt deze vloeibare Ga-Sn-fase 23 (vergelijk figuur 7C) tot een te-
 15 voren bepaalde verwerkingstemperatuur afgekoeld. Bij de verwerkingstemperatuur bestaat het mengsel of de smelt 24 uit een vloeibare fase 21' van Ga-Sn, waarvan Ga het hoofdbestanddeel is, en een vaste fase 22', waarvan het hoofdbestanddeel Sn is, dat een geringe hoeveelheid Ga bevat,
 20 zoals weergegeven in figuur 7D. Het mengsel of de smelt 24 van Ga en Sn wordt met een geschikte hoeveelheid poedervormige CuSn-legering gemengd, zoals weergegeven in figuur 7E voor het verkrijgen van een geleidend materiaal 26 in pasteuse toestand, zoals weergegeven in figuur 7F. In dit
 25 pasteuse of geleidende materiaal 26 zijn de vaste fase 22', waarvan het hoofdbestanddeel Sn is, de vloeibare fase 21', waarvan het hoofdbestanddeel Ga is, resp. CuSn-poeder 25 aanwezig.

Vervolgens wordt de pasta of het geleidende materiaal 26 op een gewenste plaats van de schakelingplaat aan-
 30 gebracht en daarna gehard. Dit hardingsproces is zodanig, dat, zoals weergegeven in figuur 7H, het Cu in het CuSn-

poeder 25 wordt gedispergeerd onder vorming van een legering aangeduid met de samenstelling Ga_xCu_y , en de pasta 26 een legeren en harden ondergaat (waardoor het smeltpunt ervan wordt verhoogd). Tijdens deze harding treden, indien
5 bijvoorbeeld de hoeveelheid CuSn-poeder 25 op geschikte wijze is gekozen, zoals weergegeven in figuur 7G, de vaste fase 22', waarvan het hoofdbestanddeel Sn is, de vaste fase 27, waarvan het hoofdbestanddeel GaCu is, en Sn-poeder 28, afkomstig uit het CuSn-poeder 25, in het geleidende materiaal
10 26 op. Indien het CuSn-poeder 25 in overmaat wordt gebruikt, treden de vaste fase 22', waarvan het hoofdbestanddeel Sn is, de vaste fase 27, waarvan het hoofdbestanddeel GaCu is, en CuSn-poeder, dat niet tot omzetting is gekomen, in een gemengde toestand op. In een dergelijke geharde toestand van
15 het geleidende materiaal 26 is vrijwel al het gemengde Sn als Sn geprecipiteerd, maar is ook het Cu, dat niet met Ga is omgezet, geprecipiteerd en fungeert het Sn als bindmiddel voor de brose GaCu-verbinding.

Figuren 8-10 tonen grafieken, waaruit de verbanden tussen samenstelling van de legering en verwerkings-
20 temperatuur blijken, waarbij de krommen met de verwijzingscijfers dezelfde karakteristieken als vermeld voor figuur 5 aangeven. Daar poedervormige CuSn-legering (die 90 gew.% Cu en 10 gew.% Sn bevatte) in plaats van zuiver Cu-poeder werd
25 gebruikt, is de kromme I in figuren 8-10 gewijzigd. Rekeninghoudende met de 10 gew.% Sn in de poedervormige CuSn-legering.

Figuur 8 heeft betrekking op het Ga-Sn-Cu-legeringssysteem. Als metaalpoeder, dat voor het legeren met
30 Ga wordt gebruikt wordt een legeringspoeder van 90 gew.% Cu en 10 gew.% Sn toegepast. Zoals blijkt uit de grafiek van figuur 8, bedraagt, indien 80 gew.% Sn en 20 gew.% Ga worden gemengd en gesmolten, bijvoorbeeld bij $235^{\circ}C$ en een verwerkingstemperatuur van $150^{\circ}C$ wordt gekozen, de gekristalliseerde fraktie b van Sn 20 gew.%, bedraagt de minimaal noodzakelijke hoeveelheid a Cu-Sn-poeder, dat met Ga reageert,
35 11 gew.% en bedraagt de hoeveelheid c Cu-Sn-poeder voor het instellen van de pasteuse eigenschappen 8 gew.%, zoals aan-

gegeven door de streeplijn 30. Dientengevolge moet het Cu-Sn-poeder in een hoeveelheid van totaal 19 gew.% worden toegepast. Dat wil zeggen, dat het voldoende is 19 gew.delen Cu-Sn-poeder toe te voegen aan de smelt, die uit 80 gew.delen Sn en 20 gew.delen Ga bestaat. Op overeenkomstige wijze worden de respectieve samenstellingsverhoudingen van Ga-Sn-Cu-legering onder de bovenvermelde omstandigheden verkregen. In de grafiek van figuur 8 wordt de pasta in het gebied boven de kromme III voor optimale pasteuse omstandigheden hard, terwijl de pasta in het gebied onder de kromme III zacht wordt. Indien de bovenbeschreven samenstelling bij een temperatuur beneden 150°C wordt verwerkt, wordt de pasta daarvan hard, maar indien de samenstelling verwerkt wordt bij een temperatuur boven 150°C , wordt de pasta te zacht hetgeen ertoe leidt, dat de pasta te hard wordt voor het gebruik.

Figuur 9 heeft betrekking op het Ga-In-Cu-legeringssysteem. In dit geval is het CuSn-poeder hetzelfde als toegepast voor de grafiek van figuur 8. Volgens de grafiek van figuur 9 bedraagt, indien 60 gew.% In en 40 gew.% Ga met elkaar worden gemengd en gesmolten bij, bijvoorbeeld 156°C en een verwerkingstemperatuur van 50°C wordt gekozen, en de gekristalliseerde fraktie b van In 21 gew.% bedraagt, de minimaal noodzakelijke hoeveelheid a Cu-Sn-poeder, dat met het Ga reageert, 21 gew.% en wordt de fraktie c voor het instellen van de pasteuse eigenschappen nul, zoals aangegeven door de onderbroken lijn 31. De respectieve mengverhoudingen voor de samenstelling van de Ga-In-Cu-legering worden dus onder de bovenbeschreven omstandigheden bereikt. Wanneer de bovenbeschreven legeringssamenstelling bij 30°C wordt verwerkt, wordt de pasta hard (het gehalte aan kristallijne In-component neemt toe), terwijl indien dezelfde legering bij 80°C wordt verwerkt, de pasta zacht wordt. In dergelijke gevallen moet de samenstelling daarom worden gewijzigd.

Figuur 10 heeft betrekking op het Ga-Zn-Cu-legeringssysteem. In dit geval is het toegepaste CuSn-poeder hetzelfde als toegepast voor figuur 8. Volgens de grafiek van figuur 10 bedraagt, indien 70 gew.% Ga en 30 gew.% Zn

met elkaar worden gemengd en gesmolten bij een temperatuur van bijvoorbeeld 420°C , als verwerkingstemperatuur van 120°C wordt gekozen en de gekristalliseerde fraktie b van Zn 10 gew.% bedraagt, de minimaal noodzakelijke hoeveelheid a van het CuSn-poeder, dat met Ga reageert, 31 gew.% en wordt de hoeveelheid c voor het instellen van de pasteuse eigenschappen nul, zoals aangegeven door de onderbroken lijn 32. De respectieve verhoudingen van de samenstelling van de Ga-Zn-Cu-legering onder de bovenvermelde omstandigheden worden op deze wijze verkregen. Indien als verwerkings-temperatuur 150°C wordt gekozen wordt de gekristalliseerde hoeveelheid Zn, dat wil zeggen b, gelijk aan 5 gew.%, wordt de noodzakelijke hoeveelheid Cu voor de omzetting met Ga 31 gew.%, resp. wordt de hoeveelheid c voor het instellen van de pasteuse toestand 4 gew.%. De respectieve verhoudingen van de samenstelling van de Ga-Zn-Cu-legering worden dus afhankelijk van de respectieve omstandigheden uit de grafiek van figuur 10 verkregen.

Aan de hand van figuur 11 zal nu een voorbeeld volgens de uitvinding worden beschreven, waarbij het geleidende materiaal volgens de uitvinding, zoals bovenstaand beschreven, gebruikt wordt voor de vervaardiging van een gedrukte-schakeling-plaat van het meerlagentype. Eerst wordt, zoals weergegeven in figuur 11A, een zogenaamd met koper bekleed laminaat 3 vervaardigd, dat bestaat uit een isolerende plaat van bijvoorbeeld fenolhars, epoxyhars en dergelijke, en koperfoelies 2 en 2', die aan de boven- en onderoppervlakken van de plaat 1 zijn gehecht. Vervolgens worden de koperfoelies 2 en 2' aan het bovenoppervlak, resp. het onderoppervlak van het laminaat 3 selectief weggeetst teneinde tevoren bepaalde bedradingspatronen 8 en 8' aan beide oppervlakken van de plaat 1 te vormen, zoals weergegeven in figuur 11B. Hierna wordt op een tevoren bepaalde plaats door de plaat 1 een open gat 4 geboord, dat tevens de bedradingspatronen 8 en 8' doorboort, zoals weergegeven in figuur 11C. Het open gat 4 wordt dan met het geleidende materiaal in de pastavorm, dat uit Ga, het metaal, dat met Ga een eutectisch mengsel vormt, en het metaalpoeder, dat

met Ga een legering vormt, zoals bovenstaand beschreven, gevuld, waarna het geleidende materiaal wordt gelegeerd voor het verschaffen van een geleider 29, die de beide bedradingspatronen 8 en 8' elektrisch met elkaar verbindt. Op deze wijze wordt dus een gewenste gedrukte-schakeling-plaat 30 van het meerlagentype vervaardigd, zoals weergegeven in figuur 11D.

Het vullen van het open gat 4 met het geleidende materiaal vindt op zodanige wijze plaats, dat het geleidende materiaal wordt verhit tot de van de legeringssamenstelling daarvan afhankelijke verwerkingstemperatuur en in het open gat 4 wordt gebracht. Zoals weergegeven in figuur 15 wordt bijvoorbeeld de plaat 1, die voorzien is van koperpatronen 8,8', open gaten 4 en resistlagen 40, die als bekleding aan de oppervlakken van de plaat 1 aanwezig zijn, waar geen patronen 8,8' worden gevormd, aangebracht tussen twee vaste wisorganen 41. Vervolgens worden de open gaten 4, terwijl de plaat 1 in de door de pijl aangegeven richting wordt bewogen, met het geleidende materiaal 26 gevuld. In dit geval hecht het geleidende materiaal 26 niet aan de organische bekledingslaag, waaruit het resistmateriaal 40 bestaat, maar vormt het bij een goede bevochtigbaarheid op de koperpatronen 8,8' een bekleding en wordt een open gat 4 hiermee gevuld.

Zoals verder in figuur 16 is weergegeven, wordt de plaat 1, die van de koperpatronen 8,8' en open gaten 4 is voorzien, aangebracht boven een hete plaat 42 en wordt een sjabloon 45, dat vervaardigd is uit een plaat van roestvrijstaal of vinylchloridepolymeer en boringen 44 bezit op plaatsen overeenkomende met het gebied, dat open gaten 4 en een gedeelte van het koperpatroon 8 omvat, boven één oppervlak van de plaat 1 gefixeerd. Het geleidende materiaal 26 wordt boven het sjabloon 45 toegevoerd met behulp van een rol, die bijvoorbeeld vervaardigd is uit siloxanrubber. Na het vullen met het geleidende materiaal 26 blijkt het, wanneer het sjabloon 45 wordt verwijderd, dat het geleidende materiaal 26 alleen aan de noodzakelijke gedeelten is toegevoerd, met inbegrip van het open gat 4 en niet aan enig ander gedeelte is gehecht. In dit geval worden, indien het

gewenst is, dat na het vullen van de open gaten 4 met het geleidende materiaal 26, de gedeelten van het geleidende materiaal 26, die buiten het open gat 4 uitsteken, verwijderd en glad afgewerkt, voor zover noodzakelijk.

5 Nadat de open gaten 4 met het geleidende materiaal 26 zijn gevuld, wordt het in verloop van tijd bij kamertemperatuur of onder omstandigheden van verhoogde temperatuur hard en verliest het de pasteuse eigenschappen. Het verband tussen de hardingstemperatuur en de hiervoor noodzakelijke tijd blijkt uit de grafiek van figuur 6. Zo wordt
10 het geleidende materiaal 26 bijvoorbeeld in verloop van 48 uren bij 20°C maar in verloop van 40 minuten bij 150°C hard.

Vastgesteld werd, dat indien de schakelingplaat 30 (vergelijk figuur 11D), nadat het geleidende materiaal
15 26 was aangebracht en gehard, gedurende 10 seconden in een soldeerbad (bij een temperatuur van het soldeer van 240°C) werd ondergedompeld, geen wijziging optrad in het geharde geleidende materiaal, dat wil zeggen de geharde geleider 29. Verder werd eveneens vastgesteld, dat indien de schakeling-
20 plaat 30 na een dergelijke behandeling achtereenvolgens tienmalen gedurende 5 seconden in siloxanolie op 260°C en vervolgens in een trichloorethaanoplossing op 20°C werd ondergedompeld, geen wijziging optrad van de weerstandswaarde over het gat of van de vorm in dwarsdoorsnede van het ge-
25 harde geleidende materiaal. Eveneens was de weerstandswaarde van 0,2 mΩ over het open gat tussen de bedradingspatronen, die aan de boven- en onderoppervlakken van de plaat waren gevormd, gelijk aan die van het met koper beklede open gat.

Verder werd een met fenolhars geïmpregneerd
30 bordpapier voorzien van twee open gaten op een afstand van 5 mm, werden de twee open gaten met het bovenbeschreven geleidende materiaal volgens de uitvinding gevuld, dat vervolgens werd gehard en werd daarna een gelijkstroomspanning van 100 V aangelegd over elk van de geleiders, die met de
35 twee open gaten in verbinding stonden en werd het geheel gedurende 48 uren op een relatieve vochtigheid van 95% en een temperatuur van 40°C gehouden. Na de bovenbeschreven proef werd niet het verschijnsel van elektromigratie waar-

genomen en bleven de isolerende eigenschappen behouden.

Wanneer het geleidende materiaal volgens de uitvinding, zoals bovenstaand beschreven, gebruikt wordt als materiaal voor vullen van open gaten van de gedrukte-schakeling-plaat van het meerlagentype, kan in vergelijking met de bekledingsmethode van het open gat volgens de stand der techniek het produktieproces daarvan worden bekort, worden de opbrengst en kostprijs van het produkt gunstig en is geen afvalwaterbehandeling noodzakelijk en geeft het proces niet aanleiding tot een belasting van open water, omdat bij de uitvinding niet een bekledingsproces noodzakelijk is.

Wanneer de uitvinding vergeleken wordt met de methode, waarbij het open gat met zilverlak wordt gevuld, kan de betrouwbaarheid van de verbinding op elk punt volgens de uitvinding worden verbeterd. De weerstandswaarde over het open gat volgens de uitvinding bedraagt $\frac{1}{100}$ of minder dan de weerstandswaarde, die volgens de methode van het vullen van het open gat met zilver wordt bereikt, zodat bij de uitvinding een goede karakteristiek bij hoge frequenties wordt bereikt, niet het verschijnsel van elektromigratie optreedt en de uitvinding op een ruim gebied wat betreft schakelingpatronen kan worden toegepast, omdat bij de uitvinding niet een zilvercomponent wordt gebruikt.

Verder bevat het geleidende materiaal volgens de uitvinding niet enig vluchtig bestanddeel in de pastavorm daarvan, zodat bij het harden van de pasta geen krimp en geen wegdruppelen van het geleidende vulmateriaal en geen achteruitgang van de verbinding van het geleidende materiaal met de koperfoelie optreedt, waardoor de betrouwbaarheid van de verbinding wordt verbeterd.

Verder werd volgens de uitvinding eveneens vastgesteld, dat indien een grote hoeveelheid van het metaal, dat het gallium een eutectisch mengsel vormt in het geleidende materiaal wordt opgenomen en het gallium met het derde toegevoegde metaal, bijvoorbeeld koper tot omzetting wordt gebracht en gehard, de brose intermetallieke Ga-Cu-component in het metaal wordt gedispergeerd onder vorming van

een eutectisch mengsel met gallium dat vormbaar is.

Bij het in figuur 11 weergegeven voorbeeld wordt het geleidende materiaal volgens de uitvinding op de gedrukte-schakeling-plaat van het twee-lagentype met de bedradingspatronen 8 en 8' aan beide oppervlakken van de plaat 1 toegepast. De geleidende laag volgens de uitvinding kan natuurlijk eveneens op een gedrukte-schakeling-plaat van het werkelijke meerlagentype worden aangebracht, zoals een schakelingplaat, die voorzien is van de bedradingspatronen 8 in vier lagen, zoals weergegeven in figuur 12, op een schakelingsplaat van het eenvoudige type, die bestaat uit een isolerende plaat 50 en een eerste bedradingspatroon 8, een isolerende laag 51 en een tweede bedradingspatroon 8', die achtereenvolgens aangebracht zijn op de isolerende plaat 50, zoals weergegeven in figuur 13, op een schakelingplaat van een eenvoudig type, die bestaat uit een harde isolerende plaat 52, een eerste daarop gevormd bedradingspatroon 8 en een op het eerste bedradingspatroon 8 gevormde flexibele schakelingplaat 53, die een flexibele isolerende plaat en een tweede bedradingspatroon 8' omvat, zoals weergegeven in figuur 14, enz.

Bij de bovenstaande voorbeelden wordt het geleidende materiaal volgens de uitvinding gebruikt als een vulmateriaal voor de open gaten in bedrukte-schakeling-platen van het meerlagentype. Het geleidende materiaal kan eveneens worden gebruikt als een normaal soldeermateriaal en bovendien worden toegepast in gevallen, waarbij de geleidende laag (bedrading) in een gewenst patroon op een tevoren bepaalde plaat wordt gevormd door bedrukken.

Daar het geleidende materiaal volgens de uitvinding, zoals bovenstaand beschreven, bij de verwerkings-temperatuur in pasteuse toestand verkeert, kan het worden gebruikt voor het vullen van een boring op een gat, vertoont het geen volumekrimp na het harden daarvan en bezit het een lage weerstandswaarde, zodat het geleidende materiaal volgens de uitvinding in het bijzonder geschikt is als geleidend materiaal, dat gebruikt wordt voor het vullen of bedrukken. Wanneer het geleidende materiaal volgens de uit-

vinding als vulmateriaal wordt gebruikt voor het vullen voor open gaten in gedrukte-schakeling-plaat van het meerlagen-type, kan de gedrukte-schakeling-plaat van het meerlagentype op eenvoudige wijze worden vervaardigd en bezit de op deze
5 wijze vervaardigde schakelingplaat een grote betrouwbaarheid.

Het zal duidelijk zijn, dat voor een deskundige op het onderhavige gebied vele modificaties en variaties voor de hand liggen zonder buiten het kader van de nieuwe
10 aspecten van de uitvinding te treden, zodat het kader van de uitvinding daarom alleen wordt bepaald door het kader dat door de volgende conclusies wordt gesteld.

CONCLUSIES

1. Geleidende pasta, bestaande uit een smelt van gallium en een metaalelement, dat met gallium een eutectisch mengsel vormt, welke smelt ten minste 20 gew.delen van het metaalelement per 100 gew.delen van het smelt bevat, alsmede
5 poedervormig metaal, dat met gallium een legering vormt, welk metaalpoeder op uniforme wijze in de smelt is gedispergeerd.

2. Geleidende pasta volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de hoeveelheid van het metaalelement
10 en de hoeveelheid van het poedervormige metaal op zodanige wijze zijn gekozen, dat bij een tevoren bepaalde temperaturen vaste stofgehalte in de geleidende pasta tussen 30 en 50 gew.% wordt verkregen.

3. Geleidende pasta volgens conclusie 1,
15 met het kenmerk, dat de hoeveelheid van het metaalpoeder 10 tot 50 gew.delen per 100 gew.delen van de smelt bedraagt.

4. Geleidende pasta volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het metaalelement ten minste één van de elementen In, Sn, Zn, Bi is.

20 5. Geleidende pasta volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het metaalpoeder als één van de hoofdbestanddelen Ni, Co, Au, Cu bevat.

6. Geleidende pasta volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat het metaalpoeder een poeder is van
25 Co-Sn-legering, Cu-Sn-legering, Cu-Zn-legering, Cu-Be-legering.

7. Geleidende pasta volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het metaalpoeder een deeltjesgrootte tussen 0,5 en 500 μm bezit.

30 8. Geleidende pasta volgens conclusie 7, met het kenmerk, dat het metaalpoeder een deeltjesgrootte tussen 1 en 100 μm bezit.

9. Geleidend materiaal bestaande uit galliumlegering en in de galliumlegering fijn geprecipiteerde
35 metaalkristallen, welk metaal in staat is een eutectisch mengsel met gallium te vormen.

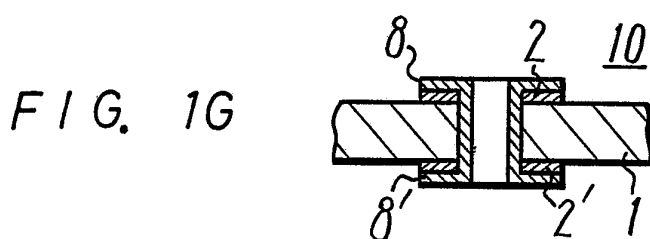
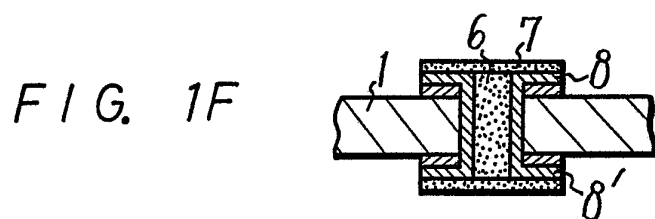
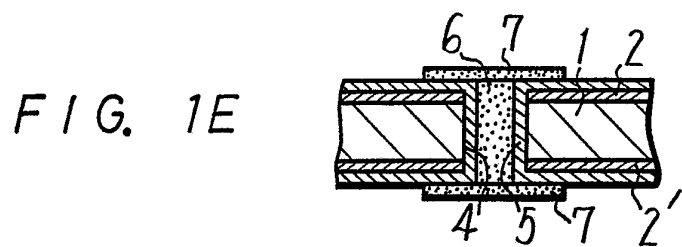
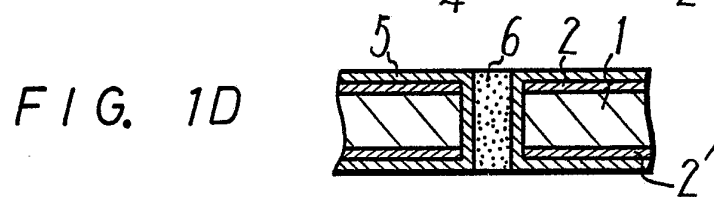
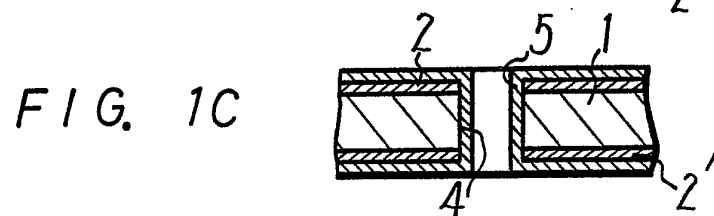
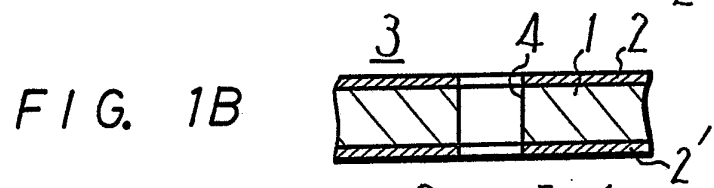
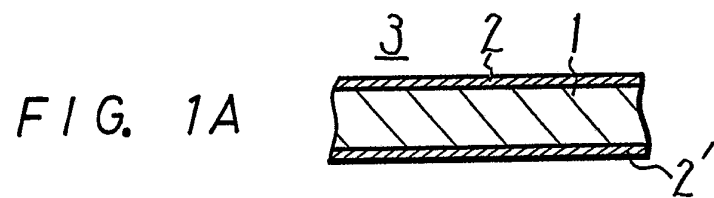


FIG. 2

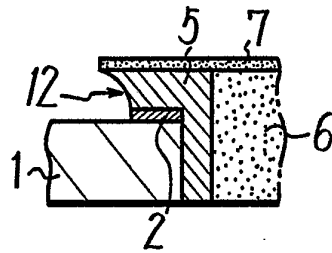


FIG. 3A

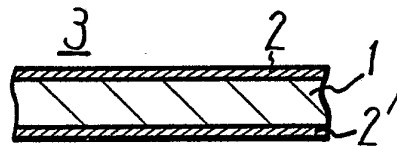


FIG. 3B

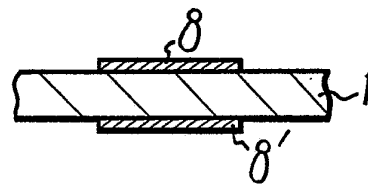


FIG. 3C

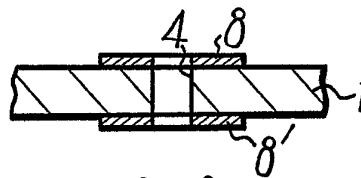


FIG. 3D

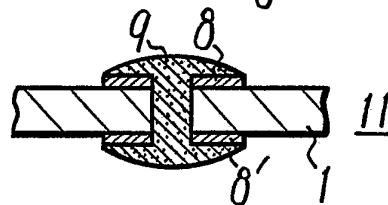


FIG. 4

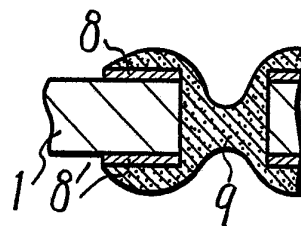


FIG. 5

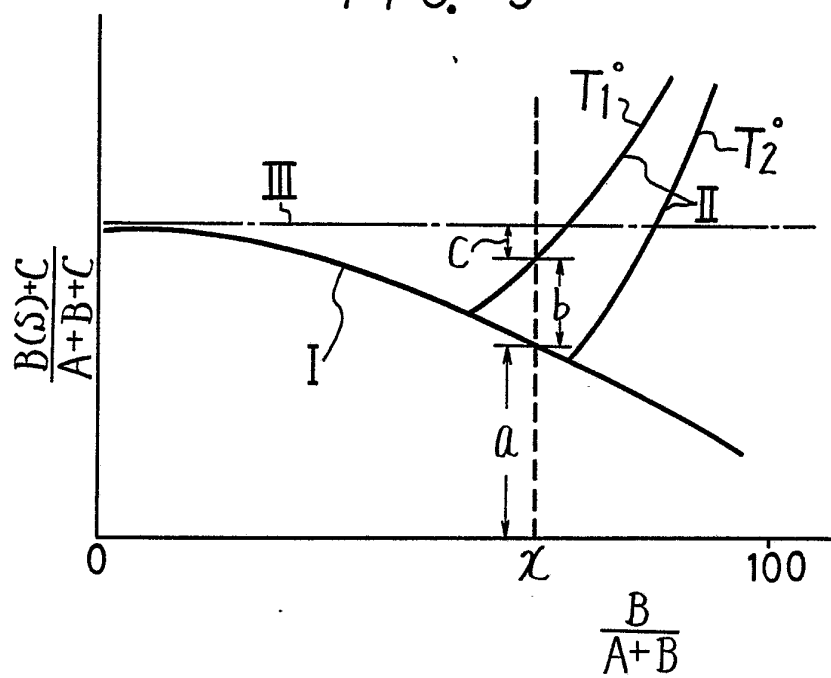
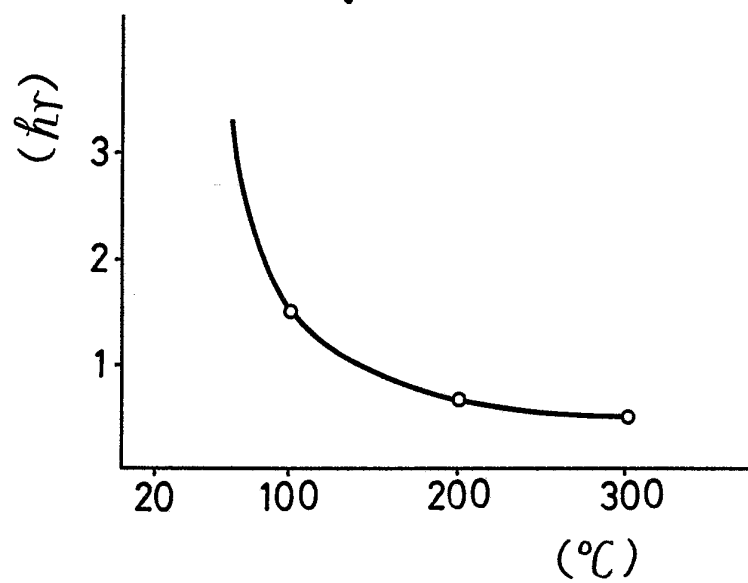


FIG. 6



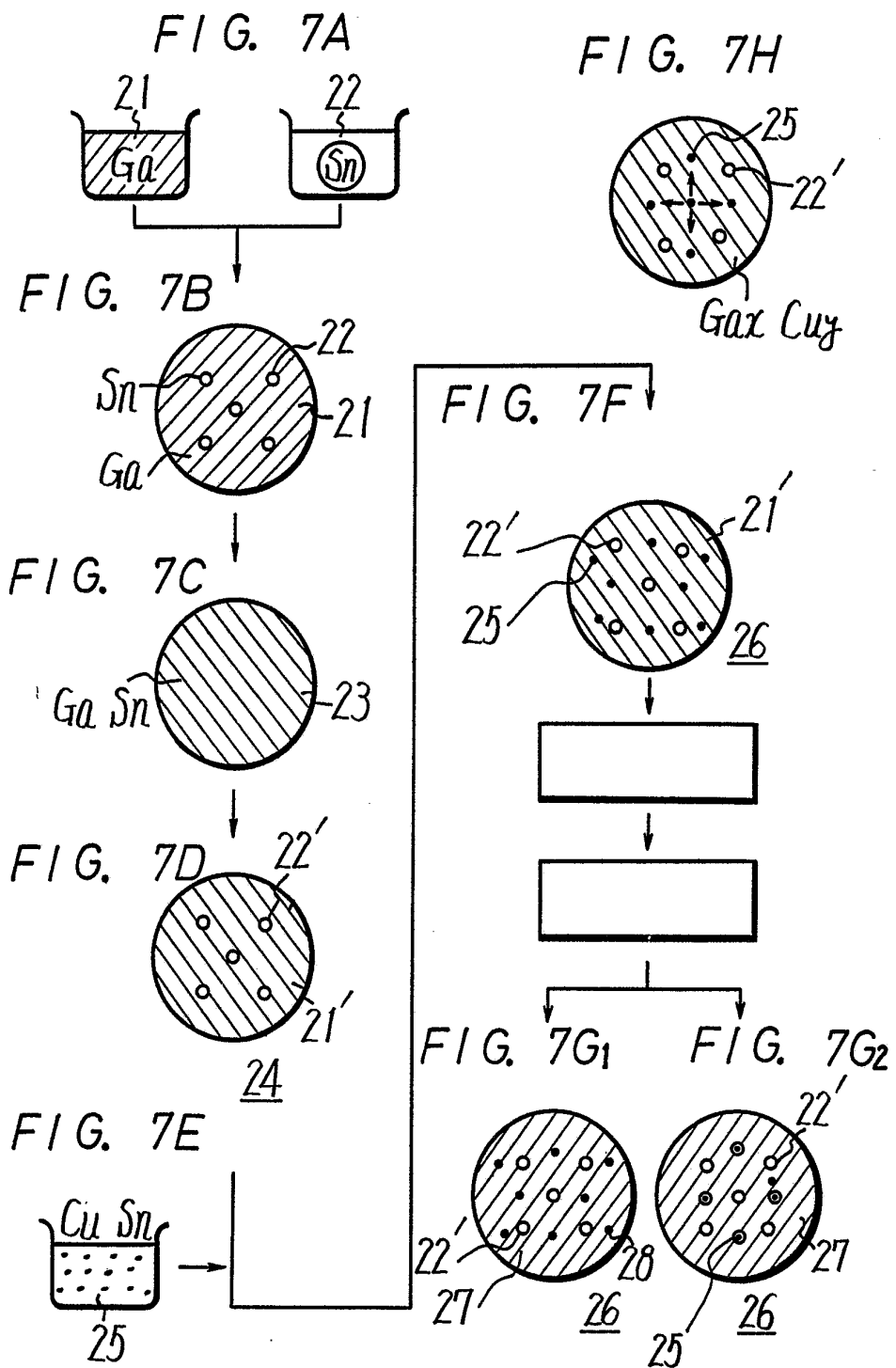


FIG. 8

Ga-Sn-Cu

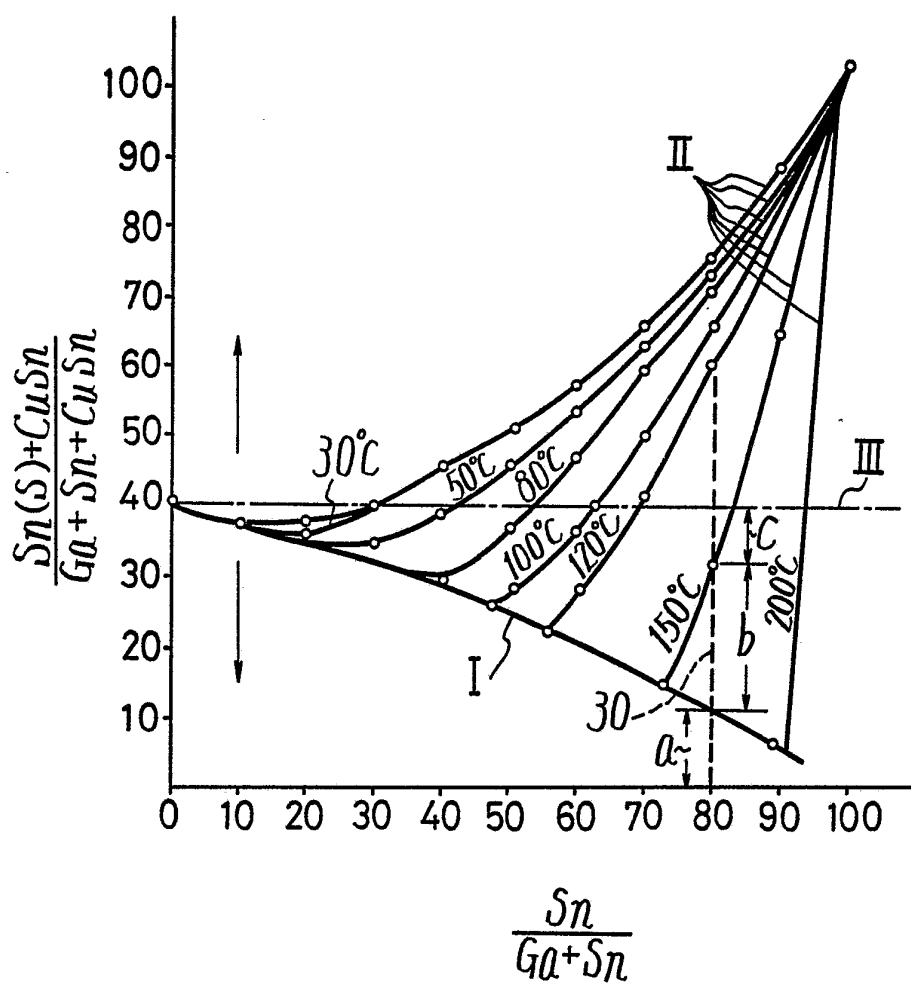


FIG. 9

Ga-In-Cu

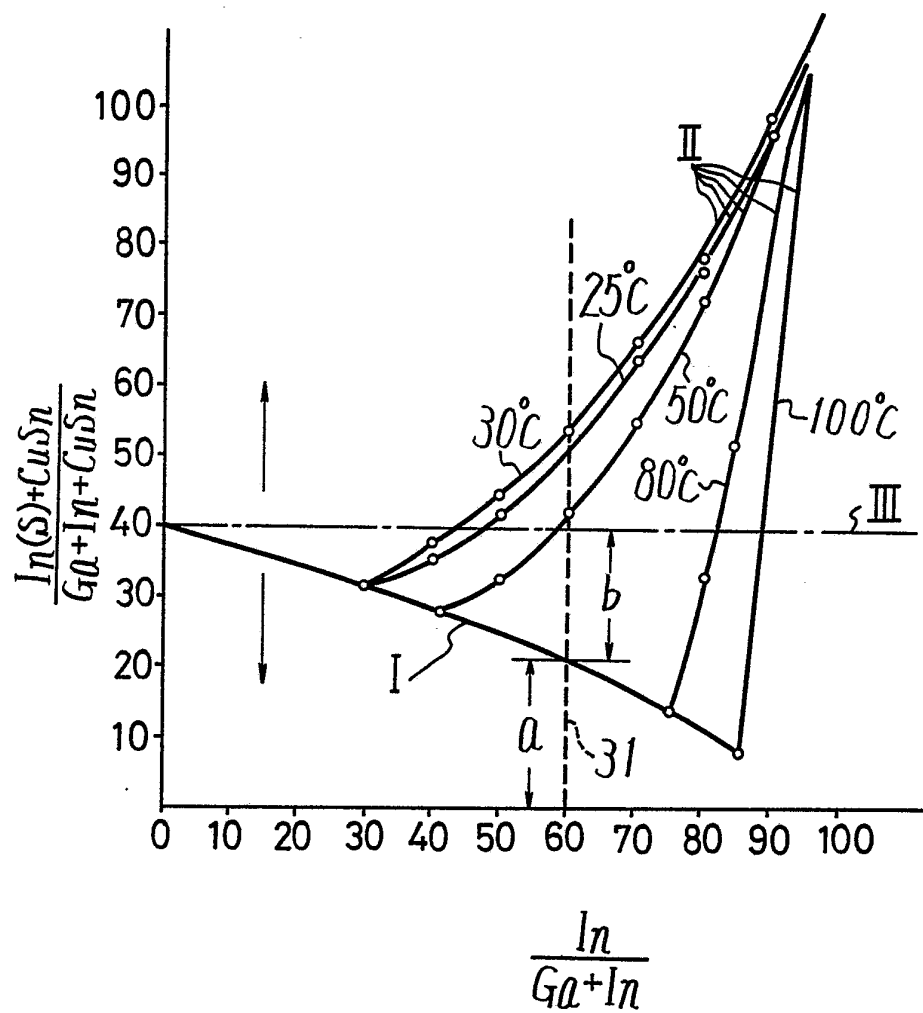
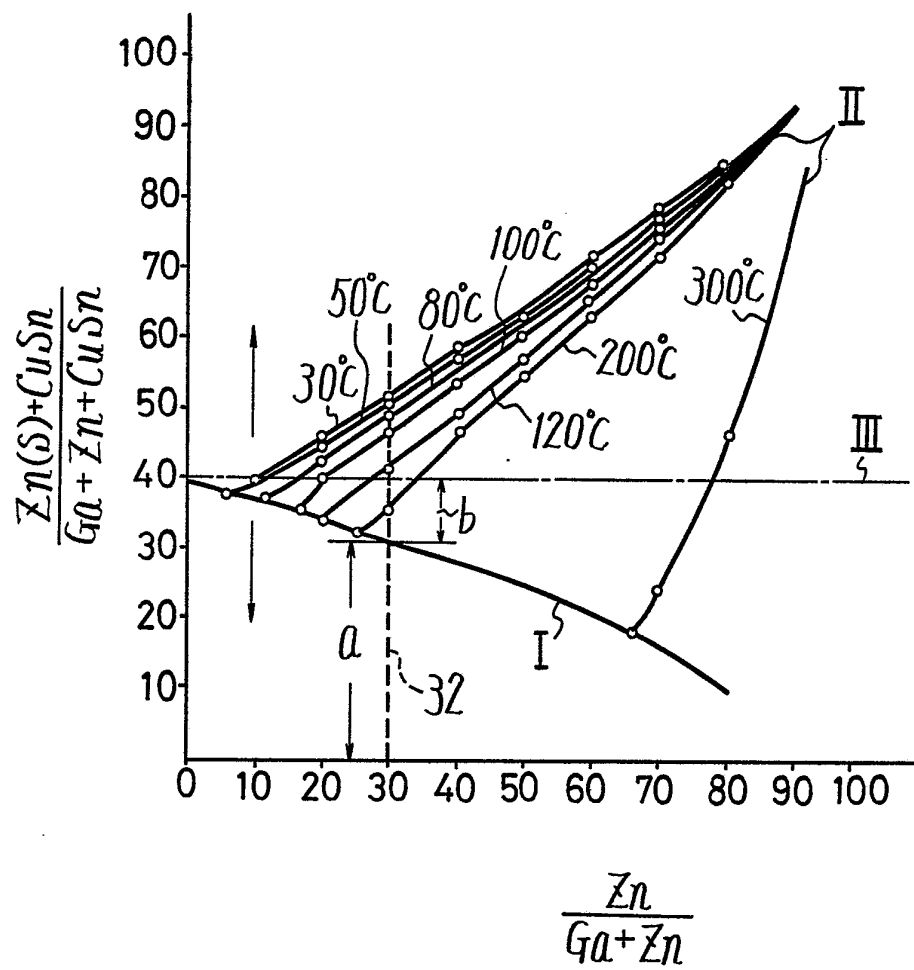


FIG. 10

Ga-Zn-Cu



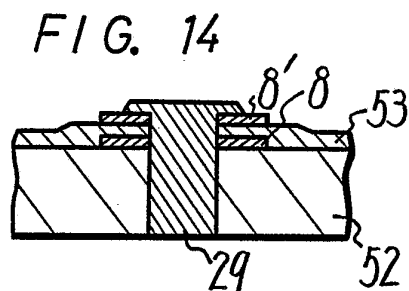
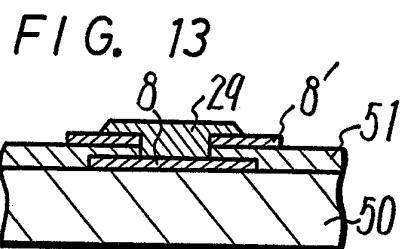
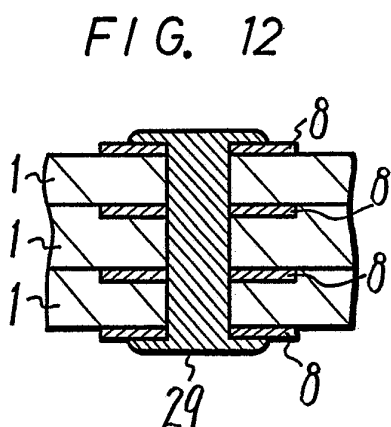
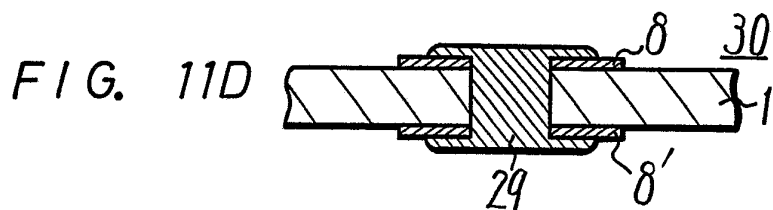
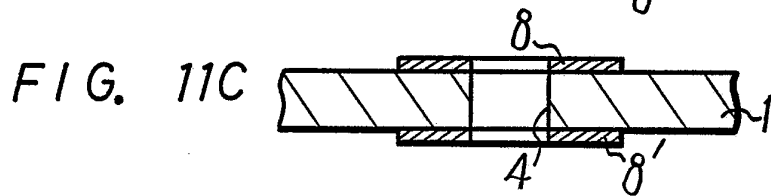
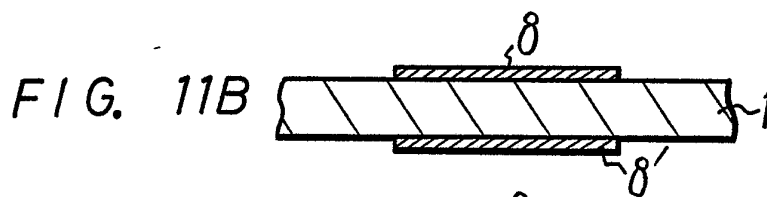
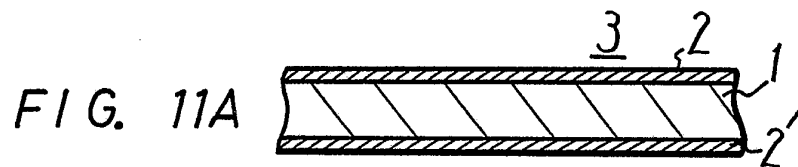


FIG. 15

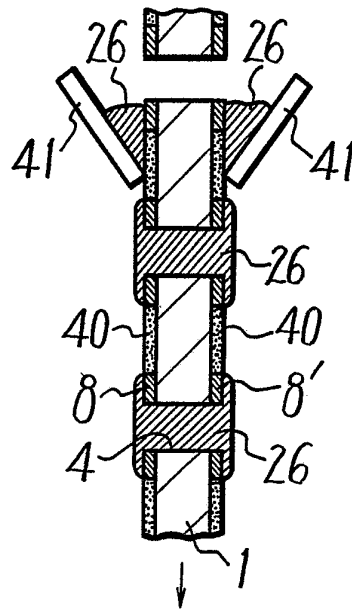


FIG. 16

