



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 696 29 061 T2 2004.05.13

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 957 664 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 696 29 061.8

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/JP96/03712

(96) Europäisches Aktenzeichen: 96 942 583.4

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 97/047165

(86) PCT-Anmeldetag: 19.12.1996

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 11.12.1997

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 17.11.1999

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 09.07.2003

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 13.05.2004

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: H05K 3/46

H05K 3/02, H05K 3/00

(30) Unionspriorität:

14534896 07.06.1996 JP  
17957996 09.07.1996 JP

(73) Patentinhaber:

Asahi Kasei Kabushiki Kaisha, Osaka, JP

(74) Vertreter:

Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE

(72) Erfinder:

KATAYOSE, Teruo, Chiba 285, JP; KINOSHITA, Shozo, Kawasaki-shi, Kanagawa 211, JP; ARAI, Takeshi, Saitama 364, JP

(54) Bezeichnung: HARZTRAGENDER METALLFOLIE FÜR MEHRSCHEIDIGE LEITERPLATTE, VERFAHREN ZU DEREN HERSTELLUNG, MEHRSCHEIDIGE LEITERPLATTE, UND ELEKTRONISCHE VORRICHTUNG

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung****Technisches Gebiet**

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Metallfolie, auf deren einer Seite ein thermisch härtender Harzfilm vorgesehen ist, die zur Verwendung in einer Mehrschicht-Leiterplatte bestimmt ist, ein Verfahren zur Herstellung der Harz aufweisenden Metallfolie, eine Mehrschicht-Leiterplatte, welche die Harz aufweisende Metallfolie enthält, und eine elektronische Vorrichtung, die eine elektronische Komponente aufweist, welche elektrisch mit der Mehrschicht-Leiterplatte verbunden ist. Die Mehrschicht-Leiterplatte gemäß der Erfindung hat praktisch den gleichen Abstand zwischen Leiterschichten, unabhängig von den Positionen in der gleichen Ebene der Mehrschicht-Leiterplatte und zeigt nur kleine Schwankungen der charakteristischen Impedanz. Sie zeigt daher ausgezeichnete Eigenschaften als Leiterplatte für Digitalschaltungen ultrahoher Geschwindigkeit. Die erfindungsgemäße elektronische Vorrichtung hat ausgezeichnete Stabilität der charakteristischen Impedanz und wenn ein digitaler Halbleiter als elektronisches Element montiert ist, ermöglicht sie, daß der digitale Halbleiter bei höherer Geschwindigkeit betrieben wird. Wenn ein Halbleiter mit einem Analogabschnitt als elektronisches Element montiert ist, kann dieser Signale höherer Frequenz verarbeiten, da eine Kreuzkopplung der Signale unterdrückt wird. Wenn ein Harz mit einer Glasübergangstemperatur von 180°C oder höher nach der Hitzehärtung verwendet wird, haben die Mehrfach-Leiterplatte und die elektronische Vorrichtung gemäß der Erfindung sehr hohe Verlässlichkeit. Da ein thermisch härtendes Harz mit einer relativen Dielektrizitätskonstante von nicht mehr als 3,3 in einem Frequenzbereich von nicht weniger als 1 MHz vor der Hitzehärtung verwendet wird, besitzt die erfindungsgemäße Mehrschicht-Leiterplatte, in der ein solches thermisch härtendes Harz im gehärteten Zustand vorliegt, ausgezeichnete Beständigkeit der charakteristischen Impedanz, Hochgeschwindigkeits-Signalübertragungs-Eigenschaften und geringe Kreuzkopplung. Die elektronische Vorrichtung, in der diese Mehrschicht-Leiterplatte vorliegt, ermöglicht es, daß ein digitaler Halbleiter bei seiner höchsten Geschwindigkeit betrieben ist, oder daß ein Halbleiter, der analoge Signale verarbeitet, bei seiner höchsten Frequenz betrieben wird.

**Stand der Technik**

[0002] Kupferfolie mit einem Epoxyharz ist als Metallfolie, die einen thermisch härtenden Harzfilm aufweist, bekannt. Wenn jedoch eine solche konventionelle Metallfolie mit einem Harz für die Herstellung einer Mehrschicht-Leiterplatte (sequentielle mehrschichtige Leiterplatte) mit Hilfe eines sogenannten Aufbau-Laminierverfahrens verwendet wird, bei dem Lagen von Metallfolie mit Harz aufeinanderfolgend laminiert werden, ist es schwierig, die Filmdicke des thermisch härtenden Harzes, welches als Elektroisolator wirkt, über die gesamte Leiterplatte gleichmäßig zu halten, um zu bewirken, daß die charakteristische Impedanz der Schaltung innerhalb eines bestimmten Bereiches liegt. Da außerdem nicht beabsichtigt ist, das thermisch härtende Harz für Hochgeschwindigkeits-Schaltungen oder Hochfrequenz-Anologschaltungen einzusetzen, sind die elektrischen Eigenschaften und die Wärmebeständigkeit des thermisch härtenden Harzes für solche Anwendungszwecke unzureichend. In der konventionellen Metallfolie mit einem Epoxyharz, die zur Herstellung von kupferplattierte Laminaten verwendet wird, beträgt die Dielektrizitätskonstante des Harzes 3,6 bis 3,9 und die Glasübergangstemperatur des gehärteten Harzes ist so niedrig, wie 120 bis 150°C.

[0003] Auf dem Gebiet der elektrischen Leiterplatten besteht ein dringendes Bedürfnis, ein Laminat-Aufbauverfahren bereitzustellen, das eine dichtere Verdrahtung als ein Verfahren des Plattierens von durchgehenden Löchern ausbildet. Es existiert jedoch keine geeignete Harz aufweisende Metallfolie zur Verwendung in einer Mehrschicht-Leiterplatte, die für digitale Hochgeschwindigkeits-Schaltungen und Hochfrequenz-Anologschaltungen eingesetzt werden kann. Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Mehrschicht-Leiterplatte zur Verfügung zu stellen, die für digitale Hochgeschwindigkeits-Schaltungen und analoge Hochfrequenz-Schaltungen verwendet werden kann, und eine unter Verwendung dieser erhaltene elektronische Vorrichtung zu schaffen, in der eine Metallfolie verwendet wird, die auf ihrer einen Seite mit einem Film aus einem thermisch härtenden Harz versehen ist, wobei das thermisch härtende Harz einen spezifischen Fließwert, eine spezifische relative Dielektrizitätskonstante und eine spezifische Glasübergangstemperatur nach dem Härteten aufweist.

**Offenbarung der Erfindung**

[0004] Als Ergebnis von weitreichenden Untersuchungen wurde erfindungsgemäß eine Harz aufweisende Metallfolie entwickelt. Die vorliegende Erfindung besteht aus den nachfolgenden 13 Ausführungsformen.

[0005] Die vorliegende Erfindung betrifft erstens eine Harz aufweisende Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten, die eine Metallfolie umfaßt, die auf einer Seite mit einem Film aus einem thermisch härtenden Harz mit einer relativen Dielektrizitätskonstante von nicht mehr als 3,3 in einem Frequenzbereich von nicht weniger als 1 MHz und mit einem Harzfluß von 1 bis 50% versehen ist.

[0006] Zweitens betrifft die vorliegende Erfindung eine Harz aufweisende Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten, die eine Metallfolie umfasst, die auf einer Seite mit einem Film aus einem thermisch härtenden Harz mit einer relativen Dielektrizitätskonstante von nicht mehr als 3,3 in einem Frequenzbereich von nicht weniger als 1 MHz und mit einem Harzfluß von 5 bis 50% versehen ist.

[0007] Drittens betrifft die vorliegende Erfindung die Harz aufweisende Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten nach Punkt 1 oder 2, wobei das thermisch härtende Harz einen anorganischen Füllstoff enthält.

[0008] Viertens betrifft die vorliegende Erfindung die Harz aufweisende Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten nach Punkt 1, 2 oder 3, wobei das thermisch härtende Harz eine Glasübergangstemperatur von nicht weniger als 180°C nach seiner Härtung hat.

[0009] Fünftens betrifft die vorliegende Erfindung die Harz aufweisende Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte nach Punkt 1, 2, 3 oder 4, wobei das thermisch härtende Harz ein thermisch härtendes Polyphenylenetherharz ist.

[0010] Sechstens, betrifft die vorliegende Erfindung die Harz aufweisende Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten nach Punkt 5, wobei das thermisch härtende Harz ein thermisch härtendes Polyphenylenetherharz, das ein Styrolpolymer enthält, ist.

[0011] Siebtens bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Verfahren zur Herstellung einer Harz aufweisenden Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten nach Punkt 5 oder 6, welches das Beschichten von Metallfolie mit einem Harzlack, der ein thermisch härtendes Polyphenylenetherharz und ein Lösungsmittel enthält und Trocknen des Überzugsfilms umfasst, wobei das Trocknen unter Bedingungen durchgeführt wird, bei denen die Verdampfungsrate des Lösungsmittels nicht höher als 0,10 g/cm<sup>2</sup>·min ist.

[0012] Achtens betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Harz aufweisenden Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten nach Punkt 5 oder 6, welches das Beschichten einer Metallfolie mit einem Harzlack, der ein thermisch härtendes Polyphenylenetherharz und ein Lösungsmittel enthält, und Trocknen des Überzugsfilms umfasst, wobei das Trocknen unter der Bedingung erfolgt, daß die Verdampfungsrate des Lösungsmittels nicht höher als 0,10 g/cm<sup>2</sup>·min ist, bis die Restlösmit-Konzentration des Überzugsfilms auf 200000 ppm vermindert ist.

[0013] Neuntens bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Verfahren zur Herstellung einer Harz aufweisenden Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten nach Punkt 5 oder 6, welches die Schmelzextrusion eines thermisch härtenden Polyphenylenetherharzes unter der Bedingung umfasst, daß eine Zersetzung des Harzes im wesentlichen nicht verursacht wird.

[0014] Zehntens betrifft die vorliegende Erfindung die Harz aufweisende Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten nach einem der Punkte 1 bis 6, die eine leicht ablösbare Schicht zum Schutz der Harzoberfläche aufweist.

[0015] Elftens betrifft die vorliegende Erfindung eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten, wobei die Leiterschichten durch aufeinanderfolgendes Laminieren von Lagen der Harz aufweisenden Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten nach Punkt 1, 2, 3, 4 oder 5 ausgebildet sind.

[0016] Zwölftens betrifft die vorliegende Erfindung eine elektronische Vorrichtung, die eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten nach der vorstehend beschriebenen elften Ausführungsform und ein mit dieser über eine Verdrahtung verbundenes elektronisches Element enthält.

[0017] Dreizehntens betrifft die vorliegende Erfindung die elektronische Vorrichtung nach der vorher beschriebenen zwölften Ausführungsform, die eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten nach der oben beschriebenen zwölften Ausführungsform, welche eine Geschwindigkeit der elektrischen Signalübertragung von 16,5 cm/nsec oder höher erreicht und eine Wärmebeständigkeit von nicht weniger als 180°C besitzt, und ein elektronisches Element umfasst.

[0018] Die vorliegende Erfindung bezieht sich außerdem auf die Verwendung eines mit einer Metallfolie versehenen Harzes gemäß der Definition in den vorstehenden Punkten 1 bis 6 zur Herstellung einer Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0019] **Fig. 1** ist ein Schnitt, der die Struktur der erfindungsgemäßen Metallfolie, die ein thermisch härtendes Harz aufweist, zeigt. **Fig. 2** ist ein Schnitt, der eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten gemäß der elften Ausführungsform der Erfindung zeigt. **Fig. 3** zeigt Schnittdarstellungen für ein Beispiel eines Verfahrens zur Herstellung der Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten gemäß der elften Ausführungsform. Die **Fig. 4** bis 6 sind jeweils Schnitte eines Beispiels der elektronischen Vorrichtung gemäß der zwölften Ausführungsform der Erfindung.

## Beste Art der Durchführung der Erfindung

[0020] Die Erfindung wird nachstehend ausführlich beschrieben.

[0021] Für die Zwecke der Erfindung kann jede Art einer Metallfolie verwendet werden. Beispiele für geeignete Metallfolien sind Kupferfolie, Aluminiumfolie, Zinnfolie und Goldfolie. Im Hinblick auf die Zugänglichkeit und die Leichtigkeit des Ätzens werden Kupferfolie und Aluminiumfolie bevorzugt, wobei Kupferfolie am stärksten bevorzugt ist. Ohne daß dies eine Beschränkung bedeuten soll, hat die Metallfolie vorzugsweise eine Dicke von 500 µm oder weniger, insbesondere 200 µm oder weniger, speziell 105 µm oder weniger, im Hinblick auf die Leichtigkeit der Handhabung. Die Seite der Metallfolie, auf die ein thermisch härtender Harzfilm aufgetragen werden soll, kann aufgerautet werden und/oder mit einem Kupplungsmittel behandelt werden, um ein erhöhtes Haftvermögen gegenüber dem Harz zu erreichen. Durch Elektroabscheidung gebildete nodulare Kupferfolie, die zur Herstellung von Schaltungsplatten bestimmt ist, kann als solche zur Herstellung der Harz aufweisenden Kupferfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte gemäß der Erfindung eingesetzt werden. Erfindungsgemäß dient die Metallfolie hauptsächlich als Leiter für die Mehrschicht-Leiterplatte, sie kann jedoch auch zur Wärmeableitung verwendet werden. Die Metallfolie wird in Abhängigkeit von dem Anwendungszweck ausgewählt.

[0022] **Fig. 1** ist ein Schnitt, der die Struktur der ein thermisch härtendes Harz aufweisenden Metallfolie gemäß der Erfindung zeigt, wobei die Ziffern **1** und **2** eine Metallfolie bzw. einen Film aus einem thermisch härtenden Harz anzeigen.

[0023] Solange das erfindungsgemäß verwendete thermisch härtende Harz einen Fluß von 1% bis zu 50% hat, werden die gewünschten bemerkenswerten Wirkungen sichergestellt. Ein bevorzugter Wert des Harzflusses ist 5 bis 50%, insbesondere 7 bis 45%. Wenn der Harzfluß weniger als 1% ist, wird der innere Schaltkreis nicht vollständig in die Harzschicht eingebettet, so daß die Herstellung einer Mehrschicht-Leiterplatte schwierig ist. Je größer der Harzfluß ist, um so leichter läßt sich der innere Schaltkreis in die Harzschicht einbetten. Wenn jedoch der Harzfluß 50% überschreitet, kann die Dicke der Isolierschicht nicht über die gesamte Leiterplatte gleichmäßig gehalten werden, so daß die charakteristische Impedanz der Leiterplatte nicht konstant gehalten werden kann.

[0024] Der Harzfluß wird wie folgt bestimmt.

- (1) Eine Schicht einer Metallfolie von 10 cm × 10 cm wird gewogen (Gewicht a).
- (2) Eine Schicht einer Harz aufweisenden Metallfolie von 10 cm × 10 cm wird gewogen (Gewicht b).
- (3) Die Harz aufweisende Metallfolie wird bei einer Temperatur von 170°C und einem Druck von 22 kg/cm<sup>2</sup> 10 Minuten lang gepreßt. Nach dem Entfernen des aus der Metallfolie herausgepreßten Teils des Harzes wird die verbleibende Harz aufweisende Metallfolie erneut gewogen (Gewicht b').
- (4) Der Harzfluß wird aus folgender Gleichung erhalten:

$$\text{Harzfluß (\%)} = [1 - (b' - a)/(b - a)] \times 100$$

[0025] Zu thermisch härtenden Harzen, die erfindungsgemäß verwendet werden können, gehören thermisch härtende Polyphenylenetherharze, Phenolharze, Epoxyharze mit niedriger Dielektrizitätskonstante, Diallylphthalatharze, Divinylbenzolharze, polyfunktionelle Acryloylharze, polyfunktionelle Methacryloylharze, polyfunktionelle Maleinimidharze, polyfunktionelle Cyanesterharze, polyfunktionelle Isocyanatharze, ungesättigte Polyesterharze, Polybutadienharze und vernetzte Styrol-Butadien-, Styrol-Butadien-Styrol-Harze und dergleichen. Diese Harze werden nicht immer in Form einer einzigen Verbindung verwendet, sondern werden zusammen mit verschiedenen anderen Substanzen oder zugesetzten Modifiziermitteln verwendet, um die gewünschten Eigenschaften, die in der industriellen Technologie erforderlich sind, zu erreichen. Die thermisch härtenden Harze können in Form eines Gemisches mit thermoplastischen Harzen eingesetzt werden. Erfindungsgemäß ist es wesentlich, daß die relative Dielektrizitätskonstante des thermisch härtenden Harzes nicht höher als 3,3 ist und daß der Harzfluß des thermisch härtenden Harzes der Harz aufweisenden Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte in dem in den Patentansprüchen definierten Bereich liegt.

[0026] Unter den vorstehend beschriebenen thermisch härtenden Harzen sind thermisch härtende Polyphenylenetherharze, thermisch härtende Polyphenylenetherharze, die ein Styrolpolymer enthalten, Harzzusammensetzungen, die Polydivinylbenzol enthalten, Harzzusammensetzungen, die Polybutadien enthalten, und Harzzusammensetzungen, die ein Polymer und/oder ein Copolymer von Triallylcyanurat und/oder Triallylisocyanurat enthalten, bevorzugt.

[0027] Die bevorzugten thermisch härtenden Harze werden ausführlicher beschrieben.

[0028] Besonders bevorzugte Harze sind thermisch härtende Polyphenylenetherharze, die im allgemeinen nach ihrer Härtung eine hohe Glasübergangstemperatur zeigen, sowohl vor als auch nach der Härtung eine relative Dielektrizitätskonstante von 3,0 oder weniger haben, und die regelbare Fließeigenschaften zeigen. Zu solchen thermisch härtenden Polyphenylenetherharzen gehören die in der JP-A-7-165846 beschriebene Zu-

sammensetzung (die Bezeichnung "JP-A" bedeutet "ungeprüfte veröffentlichte japanische Patentanmeldung"), die in der JP-A-7-166049 beschriebene Zusammensetzung, die in der japanischen Patentveröffentlichung 7-37567 beschriebene Zusammensetzung und die in der japanischen Patentveröffentlichung 7-26013 beschriebene Zusammensetzung. Eine thermisch härtende Polyphenylenether-Harzzusammensetzung, die 1 bis 20 Gew.-Teile eines Styrolpolymeren, bezogen auf die gesamte Zusammensetzung, enthält, zeigt vorteilhafte Eigenschaften im Hinblick auf die Glätte und Zähigkeit eines aus dieser hergestellten Films.

[0029] Die vorstehend genannte Bezeichnung "Styrolpolymer" soll ein Homopolymer von Styrol oder ein beliebiges thermoplastisches Copolymer bedeuten, das mindestens 80% Styroleinheiten, bezogen auf die Gesamtzahl der wiederkehrenden Einheiten, aufweist. Es wird bevorzugt, daß das Styrolpolymer ein Gewichtsmittel des Molekulargewichts von 10 000 oder mehr hat.

[0030] Die hier verwendete Bezeichnung "Polydivinylbenzol" bedeutet ein Polymer, das durch Homo- oder Copolymerisation von Divinylbenzol und/oder einem Derivat davon (in dem ein oder mehr Wasserstoffatome des Divinylbenzols durch eine oder mehr beliebige Atomgruppen ersetzt sind) in der Weise, daß nur eine der zwei ungesättigten Doppelbindungen des Divinylbenzols und/oder dessen Derivats polymerisiert wird, während die andere Doppelbindung erhalten bleibt, hergestellt wird. Als Beispiel für ein solches Polymer kann das in der japanischen Patentveröffentlichung 4-1902 beschriebene Polymer erwähnt werden. Der Anteil der von Divinylbenzol oder eines Derivats davon abgeleiteten wiederkehrenden Einheit in der Gesamtheit der wiederkehrenden Einheit ist vorzugsweise 5% oder mehr, stärker bevorzugt 10% oder mehr. Das bevorzugte Gewichtsmittel des Molekulargewichts des Polydivinylbenzols ist 10000 oder mehr.

[0031] Nachstehend werden die erfindungsgemäß verwendeten polyfunktionellen Cyanesterharze beschrieben. Ein polyfunktioneller Cyanester bildet durch thermische Trimerisation der Kohlenstoff-Stickstoff-Dreifachbindung einen Triazinring, wobei er vernetzt und härtet. Der polyfunktionelle Cyanester wird entweder in Form eines Monomeren oder nach einer partiellen Trimerisation, d. h. in Form eines Präpolymeren, als polyfunktionelles Cyanesterharz verwendet. Erfindungsgemäß wird das Präpolymer, welches bei Raumtemperatur halbfest ist, bevorzugt, weil das Harz in Form eines Films verwendet wird.

[0032] Das erfindungsgemäß erwähnte Polybutadien ist ein bekanntes Poly(1,3-butadien). Das Zahlenmittel des Molekulargewichts des Polybutadiens ist vorzugsweise 500 bis 50000, weiter bevorzugt 500 bis 10000 und insbesondere bevorzugt 500 bis 5000. Wenn das Zahlenmittel des Molekulargewichts weniger als 500 beträgt, ist die Viskosität zu niedrig. Wenn es 50000 überschreitet, ist die Viskosität zu hoch.

[0033] Polymere und/oder Copolymere von Triallylcyanurat und/oder Triallylisocyanurat eignen sich ebenfalls als thermisch härtendes Harz für die erfindungsgemäße Harz aufweisende Metallfolie. Die Polymeren oder Copolymeren werden durch Erhitzen von Allylcyanurat und/oder Triallylisocyanurat in einem Lösungsmittel, beispielsweise Toluol, in Gegenwart eines Polymerisationsinitiators, z. B. eines organischen Peroxids, erhalten, wobei ein Teil der Allylgruppen der Polymerisation unterliegt. Die Molekülstruktur kann entweder geradekettig oder verzweigt sein. Das Gewichtsmittel des Molekulargewichts ist vorzugsweise 1000 bis 100000, stärker bevorzugt 2000 bis 100000.

[0034] Um dem thermisch härtenden Harz unter Berücksichtigung seiner Anwendung die gewünschten Eigenschaften zu verleihen, können Füllstoffe und Zusatzstoffe in Mengen zugesetzt werden, welche die wesentlichen Eigenschaften des thermisch härtenden Harzes nicht beeinträchtigen. Die Füllstoffe, die entweder faserförmig oder teilchenförmig sein können, umfassen Siliciumdioxid, Aluminiumoxid, Titanoxid, Bariumtitanat, Talkum, Glimmer, Glasperlen, Glasballons und Aramidfasern. Die Füllstoffe werden in wirksamer Weise verwendet, um eine Verminderung des Wärmeausdehnungs-Koeffizienten, die Regelung der Dielektrizitätskonstante und dergleichen zu erreichen.

[0035] Geeignete Zusatzstoffe umfassen flammhemmende Mittel, Antioxidationsmittel; Wärmestabilisatoren, Antistatikmittel, Weichmacher, Pigmente, Farbstoffe und Farbmittel.

[0036] Die Zugabe von anorganischen Füllstoffen wird wegen der ausgeprägten Wirkungen auf die Wärmebeständigkeit und die elektrischen Eigenschaften der Harzschicht bevorzugt. Siliciumdioxid und Glasballons sind Beispiele für die am stärksten bevorzugten anorganischen Füllstoffe.

[0037] Die Dicke des thermisch härtenden Harzfilms ist nicht speziell beschränkt, beträgt jedoch vorzugsweise 10 µm oder mehr, stärker bevorzugt 20 µm oder mehr und insbesondere bevorzugt 30 µm oder mehr. Wenn die Filmdicke extrem niedrig ist, wird es schwierig, ein Aufbau-Laminierverfahren durchzuführen.

[0038] Der thermisch härtende Harzfilm kann mit Hilfe beliebiger Verfahren hergestellt werden. So umfasst z. B. eine bevorzugte Methode das Auftragen eines Lackes, der durch Auflösen oder Dispergieren des Harzes in einem Lösungsmittel erhalten wurde, und das Trocknen. Das Lösungsmittel wird in Abhängigkeit von dem gewählten Harz ausgewählt. Eine andere bevorzugte Methode ist das lösungsmittelfreie Schmelzbeschichten.

[0039] Die Art und Weise, in der die Metallfolie und der thermisch härtende Harzfilm miteinander in innigen Kontakt gebracht werden, ist keinesfalls beschränkt. Der Harzfilm kann direkt auf der Metallfolie ausgebildet werden oder ein gesondert hergestellter Film aus dem thermisch härtenden Harz kann, beispielsweise durch Heißpressen, in Kontakt mit der Metallfolie gebracht werden. Es ist außerdem möglich, einen Metallfilm mit Hilfe bekannter Methoden, wie Vakuumaufdampfen, Sputtering oder chemisches Plattieren, auf einer Harzfolie

auszubilden.

[0040] Wenn das thermisch härtende Harz ein thermisch härtendes Polyphenylenetherharz oder ein thermisch härtendes Polyphenylenetherharz, das ein Styrolpolymer enthält, ist, und der Harzfilm aus einem Harzlack des thermisch härtenden Harzes hergestellt wird, können die speziellen Verfahren nach der 7. und 8. Ausführungsform angewendet werden, um in hoher Produktivität eine Harz aufweisende Metallfolie mit zufriedenstellenden Eigenschaften zu erhalten, bei der keine Harzteilchen von der Harzsicht abgelöst werden und die keine Rißbildung an der Harzoberfläche durch das Trocknen erleidet.

[0041] Das zur Herstellung eines Lacks aus einem Polyphenylenetherharz geeignete Lösungsmittel umfasst aromatische Kohlenwasserstoffe, wie Benzol, Toluol und Xylol, halogenierte Lösungsmittel, wie Dichlormethan, Chloroform und Trichlorethylen, und THF. Diese Lösungsmittel können entweder einzeln oder in Form eines Gemisches verwendet werden. Der das thermisch härtende Polyphenylenetherharz und ein Lösungsmittel enthaltende Lack wird mit Hilfe eines Luftrakels, eines Rakels, eines Stabbeschichters, eines Messerbeschichters, eines Gravurbeschichters, eines Umkehrbeschichters, eines Gußbeschichters etc. aufgetragen. Der Überzugsfilm wird mit Hilfe eines Heißlufttrockners, eines Trockners mit geheizten Walzen, eines Infratrockners, eines Trockners mit ferner Infrarotstrahlung etc. getrocknet. In der Praxis können diese Vorrichtungen entweder einzeln oder in Kombinationen aus zwei oder mehr verwendet werden.

[0042] Nachstehend werden ausführliche Erläuterungen zu der Verdampfungsrate beim Trocknen des Überzugsfilms nach dem Auftragen des Harzlacks, der das thermisch härtende Polyphenylenetherharz und ein Lösungsmittel enthält, gegeben. Bei der praktischen Durchführung der Erfindung kann die Verdampfungsrate bei der Trocknung des Überzugsfilms geregelt werden, indem beispielsweise die Temperatur und Fließrate der zum Trocknen verwendeten Heißluft eingestellt werden. Die Verdampfungstemperatur kann durch Zugabe eines hochsiedenden Lösungsmittels zu dem Lack kontrolliert werden. Zu solchen hochsiedenden Lösungsmitteln gehören Chlorbenzol, Tetratin und Anisol.

[0043] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es wesentlich, daß die Verdampfungsrate des Lösungsmittels nicht höher als 0,10 g/cm<sup>2</sup>·min ist. Eine bevorzugte Verdampfungsrate liegt im Bereich von 0,001 bis 0,10 g/cm<sup>2</sup>·min. Wenn sie 0,10 g/cm<sup>2</sup>·min überschreitet, bilden sich durch die Trocknung Risse auf dem Überzugsfilm. Wenn die Verdampfungsrate beim Trocknen des Überzugsfilms niedriger als 0,001 g/cm<sup>2</sup>·min ist, fällt die Produktivität der Harz aufweisenden Metallfolie ab.

[0044] Wenn das thermisch härtende Harz ein thermisch härtendes Polyphenylenetherharz oder ein thermisch härtendes Polyphenylenetherharz, welches ein Styrolpolymer enthält, ist und die Harzfolie durch Schmelzbeschichten mit dem Harz gebildet wird, kann das spezielle Verfahren nach der 9. Ausführungsform der Erfindung angewendet werden, um eine Harz aufweisende Metallfolie mit zufriedenstellender Qualität bei hoher Produktivität herzustellen, bei der keine Harzteilchen aus der Harzsicht abgelöst werden oder deren Harzoberfläche keiner Rißbildung unterliegt.

[0045] Das Verfahren nach der 9. Ausführungsform ist durch die Auswahl einer Temperatur zum Schmelzen des thermisch härtenden Polyphenylenetherharzes charakterisiert, bei der das Harz im wesentlichen keiner Zersetzung unterliegt.

[0046] Die Vorrichtung und die Temperatur für die Schmelzextrusion werden so gewählt, daß das thermisch härtende Polyphenylenetherharz geschmolzen und extrudiert werden kann, ohne daß es einer wesentlichen Zersetzung unterliegt. Die Schmelzextrusionstemperatur, bei der das thermisch härtende Polyphenylenetherharz ohne wesentliche Zersetzung geschmolzen und extrudiert werden kann, wird im Bereich von 50°C bis 300°C gewählt.

[0047] Die Schmelzextrusion kann unter Verwendung eines Einschnecken- oder Mehrfachschnecken-Extruders, der eine T-Düse am Kopf besitzt, eines Einschnecken- oder Mehrfachschnecken-Extruders mit einer Knetzone und einer T-Düse am Kopf oder einer ähnlichen Vorrichtung erfolgen.

[0048] Die Art und Weise, in der der Harzfluß innerhalb eines Bereiches von 1 bis 50%, vorzugsweise 5 bis 50% und stärker bevorzugt von 7 bis 45% eingestellt wird, unterliegt keiner Beschränkung. So kann beispielsweise die Regelung durch Auswahl der chemischen Struktur oder der Zusammensetzung des Harzes erreicht werden. Eine wirksame Methode zur Regelung des Harzflusses besteht auch darin, daß ein thermisch härtendes Harz, das einen zu großen Fluß zeigt, mit Hilfe einer für das spezielle Harz geeigneten Methode der partiellen Härtung unterworfen wird, wie durch Wärmebehandlung oder durch photochemische Behandlung.

[0049] Der thermisch härtende Harzfilm der erfindungsgemäßen Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte kann mit einem leicht ablösbar Schutzfilm überzogen werden, so daß ein Material für eine Mehrschicht-Leiterplatte erhalten wird, das außerordentlich leicht handhabbar und für die Praxis geeignet ist. Die 10. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht in einer Verbundfolie, in der eine Schicht einer Metallfolie, ein thermisch härtender Harzfilm und eine leicht ablösbar Schutzfolie in dieser Reihenfolge innig miteinander laminiert sind. Die Verbundfolie kann hergestellt werden, indem eine Schutzfolie mit der Harz aufweisenden Metallfolie, beispielsweise durch Pressen oder durch Kontakt der Metallfolie mit einem Film des thermisch härtenden Harzes, der vorher auf einer Schutzfolie ausgebildet wurde, in Kontakt gebracht wird.

[0050] Die leicht ablösbar Folie ist vorzugsweise ein Harzfilm. So werden beispielsweise ein Film von Poly-

ethylen, Polypropylen, Polyethylenterephthalat etc. wegen ihrer Wärmebeständigkeit bevorzugt. Die Oberfläche des Films kann mit einem Trennmittel, wie einem Siliconharz oder einem Fluorharz, behandelt werden. Die Harz aufweisende Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte gemäß der 1. bis 6. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist aus folgenden Gründen technisch äußerst wertvoll. In einer Mehrschicht-Leiterplatte, die unter Verwendung dieser Folie hergestellt wurde, hat jede Isolierschicht praktisch die gleiche Dicke an jeder Stelle und die Mehrschicht-Leiterplatte kann praktisch die gleiche charakteristische Impedanz an jeder Stelle aufweisen und führt daher zu einer elektronischen Vorrichtung, insbesondere elektronischen Geräten mit merklich verbesserten elektrischen Eigenschaften. Bei einer Variation der Dicke der Isolierschicht, d. h. wenn die Schwankung der charakteristischen Impedanz  $\pm 10\%$  beträgt, kann die charakteristische Impedanz für die praktische Anwendung als konstant betrachtet werden und eine so kleine Schwankung hat keinen nachteiligen Einfluß auf die elektrischen Eigenschaften der Mehrschicht-Leiterplatte und der Halbleitervorrichtungen. Da die relative Dielektrizitätskonstante des thermisch härtenden Harzes in einem Frequenzbereich von 1 MHz oder höher nicht höher als 3,3 ist, vorzugsweise 3,0 oder weniger beträgt, hat das Harz nach der Härtung auch eine kleine relative Dielektrizitätskonstante. Eine kleine relative Dielektrizitätskonstante einer Isolierschicht ermöglicht eine Verbreiterung der Verdrahtung, so daß die Schwankung der charakteristischen Impedanz vermindert wird, selbst wenn die Verdrahtung mit denselben Verfahrensgrenzen ausgebildet wird. Außerdem werden Kreuzkopplungen vermindert. Da diese Wirkungen in Kombination erreicht werden, zeigt die erfindungsgemäße Mehrschicht-Leiterplatte und die erfindungsgemäßen elektronischen Vorrichtungen ausgeprägte überragende elektrische Eigenschaften.

[0051] Dadurch, daß nach der 3. bis 6. Ausführungsform der Erfindung das gehärtete thermisch härtende Harz eine Glasübergangstemperatur von nicht weniger als 180°C hat, wird eine hohe Verlässlichkeit der Mehrschicht-Leiterplatte gewährleistet. Wenn die Glasübergangstemperatur des thermisch gehärteten Harzes weniger als 180°C beträgt, besteht die Möglichkeit, daß bei einer Langzeit-Anwendung der Vorrichtung ein "Wandern" des Leiters verursacht wird, was zu einer Verminderung des Isolationswiderstands führt, oder daß funktionelle Störungen der Vorrichtung wegen der Zersetzung des Harzes auftreten. Die Glasübergangstemperatur ist vorzugsweise 200°C oder höher. Die Glasübergangstemperatur wird mit "Rheovibron" (einer Vorrichtung zum Messen der dynamischen Viskoelastizität, hergestellt von Orientec) bei einer Rate der Temperaturerhöhung von 2°C/min und einer Frequenz von 35 Hz gemessen.

[0052] Gemäß der 11. und 12. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden ausgezeichnete elektrische Eigenschaften der Mehrschicht-Leiterplatte und der Halbleitervorrichtungen dadurch erreicht, daß das thermisch gehärtete Harz eine relative Dielektrizitätskonstante von nicht mehr als 3,3 in einem Frequenzbereich von nicht weniger als 1 MHz zeigt. Es wird stärker bevorzugt, daß die relative Dielektrizitätskonstante 3,0 oder weniger ist. Wenn die relative Dielektrizitätskonstante 3,3 überschreitet, wird die Verzögerungszeit pro Einheitslänge der Verdrahtung groß, so daß in einer digitalen Hochgeschwindigkeitsschaltung der Zeitgrenzwert vermindert wird, so daß es unmöglich ist, die Zeitgeber-Frequenz zu erhöhen. Außerdem erhöht sich der Leiterverlust, der proportional zur Quadratwurzel der relativen Dielektrizitätskonstante ist, so daß die Signallwertgrenze in einer Hochfrequenz-Schaltung vermindert wird, wodurch der wirksame Frequenzbereich eingeschränkt wird. Außerdem steigen die Schwankungen der charakteristischen Impedanz und die Kreuzkopplungen an, wodurch, wie vorher gezeigt ist, nachteilige Einflüsse auf den Betrieb der Schaltung ausgeübt werden.

[0053] Ein Beispiel für die Struktur der Mehrschicht-Leiterplatte gemäß der 11. Ausführungsform ist in **Fig. 2** gezeigt, wobei Ziffer **3** einen gehärteten thermisch härtenden Harzfilm anzeigt, **4** eine aus einem beliebigen elektrisch isolierenden Material gebildete Platte, **5** ein Durchgangsloch und **6** ein plattiertes durchgehendes Loch zeigen.

[0054] In **Fig. 3** ist ein Beispiel des Verfahrens zur Herstellung der Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten gemäß der 11. Ausführungsform gezeigt. Ein Beispiel dieses Verfahrens wird nachstehend in der angegebenen Reihenfolge erläutert.

- (1) Die Herstellung beginnt mit einer elektrisch isolierenden Platte **8**, auf deren beiden Seiten sich eine Leiterschicht **7** befindet, d. h. ein doppelseitiges kupferplattiertes Laminat.
- (2) Der Leiter **7** wird mit Hilfe einer bekannten Methode, wie Ätzen, unter Bildung eines Schaltungsmusters **7'** bearbeitet.
- (3) Die erfindungsgemäße ein thermisch härtendes Harz aufweisende Metallfolie wird mit Hilfe bekannter Methoden, wie Heißpressen, auf jeder Seite auflaminiert. Somit werden eine Leiterschicht **9** und eine thermisch gehärtete Schicht **10** aus thermisch härtendem Harz ausgebildet.
- (4) Es werden Durchgangslöcher **11** gebildet.
- (5) Ein Leiterfilm **12** wird mit Hilfe einer bekannten Methode, beispielsweise stromloses Plattieren und anschließendes Kupfer-Elektroplattieren gebildet, um eine Durchgangsverbindung zu erzielen, und ein Schaltungsmuster wird in gleicher Weise wie in (2) ausgebildet.
- (6) Die erfindungsgemäße Metallfolie mit einem thermisch härtenden Harz wird in gleicher Weise wie in (3) auflaminiert, wobei eine weitere Leiterschicht **13** und eine weitere Schicht **12** aus thermisch gehärtetem thermisch härtendem Harz gebildet werden.

(7) Erforderlichenfalls werden durch das gesamte Laminat durchgehende Löcher **15** gebohrt, wie es bei konventionellen Mehrschicht-Leiterplatten üblich ist.

(8) Eine Leiterschicht **16** wird mit Hilfe einer bekannten Methode, z. B. durch stromloses Plattieren und anschließendes Kupfer-Elektroplattieren ausgebildet, um eine durchgehende Verbindung und eine Verbindung durch die durchgehenden Löcher zu erhalten, und ein Schaltungsmuster wird in gleicher Weise wie in (5) ausgebildet.

[0055] Während **Fig. 3** eine Platte mit 6 Schichten verdeutlicht, ist es offensichtlich, daß eine Mehrschicht-Leiterplatte mit einer beliebigen Anzahl von Schaltungsschichten unter Verwendung der erfindungsgemäßen, ein thermisch härtendes Harz aufweisenden Metallfolie und durch Wiederholung der Bildung von Durchgangslöchern, durchgehenden Verbindungen und Ausbilden der Schaltung aufgebaut werden kann.

[0056] Beispiele für die elektronische Vorrichtung gemäß der 12. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind in **Fig. 4** bis **6** gezeigt. Die 12. Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß die erfindungsgemäße Mehrschicht-Leiterplatte in einer elektronischen Vorrichtung einer beliebigen Struktur verwendet wird, um der elektronischen Vorrichtung ausgezeichnete elektrische Eigenschaften zu verleihen. Die Verdrahtungen zum Verbinden des elektronischen Elements und der Mehrschicht-Leiterplatte werden in geeigneter Weise und in Abhängigkeit von der Struktur ausgewählt, beispielsweise unter Drahtverbindung und Flip-Chip-Verbindung.

[0057] In **Fig. 4** bis **6** zeigt die Ziffer **17** eine erfindungsgemäße Mehrschicht-Leiterplatte, **18** einen Leiter, **19** einen Halbleiterchip, **20** ein individuelles elektronisches Element, wie ein Dielektrikum, einen Kondensator, einen Induktor und/oder einen Widerstand, **21** ein Versiegelungsmaterial, **22** ein Lot-Kügelchen, **23** eine Wärmeableitungsplatte, **24** einen Verbindungsdräht, **25** einen Metallstift und **26** ein Verbindungsmaterial für einen Siliciumchip.

[0058] Unter den elektronischen Vorrichtungen der 12. Ausführungsform entspricht eine solche, die so ausgebildet ist, daß an jeder Stelle eine Rate der elektrischen Signalübertragung von 16,5 cm/n·sec oder höher erreicht wird und in der die Mehrschicht-Leiterplatte insgesamt eine Wärmebeständigkeit von nicht weniger als 180°C hat, der 13. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0059] Zwar schließen elektronische Vorrichtungen solche mit verschiedenen Strukturen ein, für die vorliegende Erfindung relevant sind jedoch solche, die im wesentlichen elektronische Elemente, wie einen Halbleiterchip, der aus einem Halbleiter-Plättchen oder einem Siliciumbarren, Gallium-Arsen etc. ausgeschnitten ist (oder einen Halbleiter in einer einfacher handhabbaren Form, der beispielsweise auf einen Träger montiert ist), ein Dielektrikum, einen Kondensator, einen Induktor und/oder einen Widerstand und eine Mehrschicht-Leiterplatte, auf welche diese elektronischen Elemente montiert sind. Beim Einsatz des elektronischen Gerätes, bei dem Signale über die innerhalb und außerhalb der Mehrschicht-Leiterplatte ausgebildeten Leitungen mit einer Geschwindigkeit von 16,5 cm/ns oder mehr übertragen werden, verkürzt sich nicht nur die dem elektronischen Gerät zuzuschreibende Laufzeit; auch in Zusammenhang mit Hochgeschwindigkeitssignalen problematische Störungen der Wellenform, die beim Anstieg und Abfall von Digitalsignalen auftreten, werden geringer, so daß sich ein hervorragendes elektrisches Gerät ergibt. Darin liegt einer der bedeutenden Effekte der vorliegenden Erfindung. Da in der Praxis bei einer Mehrschicht-Leiterplatte elektrische Signale durch Schwingungen des elektrischen Feldes zwischen einer Signalleitung und der entsprechenden Erdpotential-Fläche übertragen werden, sollten die räumliche Beziehung zwischen der Signalleitung und dem Erdpotentialleiter sowie die dielektrischen Eigenschaften des Isoliermaterials in dem dazwischenliegenden Raum berücksichtigt werden. Demgegenüber sind die räumliche Beziehung zwischen dem Erdpotentialleiter und dem Energiepotentialleiter sowie die dielektrischen Eigenschaften des dazwischen vorhandenen Isoliermaterials nicht wichtig.

[0060] Ein weiterer Effekt resultiert aus der Wärmefestigkeit der Mehrschicht-Leiterplatte bei 180°C oder darüber. Elektronische Geräte müssen in Hochgeschwindigkeits-Digitalschaltungen oder gemischten Hochgeschwindigkeits-Digital/Analog-Schaltungen extrem stabile Arbeitseigenschaften aufweisen. Wird die Wärmefestigkeitstemperatur der Mehrschicht-Leiterplatte auf 180°C oder mehr eingestellt, so zeigt das elektronische Gerät der vorliegenden Erfindung bei Temperatur- und Feuchtigkeitsänderungen nur geringe Schwankungen in den Eigenschaften. Die beiden oben beschriebenen bemerkenswerten Effekte führen in Kombination dazu, daß das elektronische Gerät gemäß der 13. Ausführungsform als Bauteil einer Hochgeschwindigkeits-Digitalschaltung oder gemischten Hochgeschwindigkeits-Digital/Analog-Schaltung durchaus nützlich ist.

[0061] Die Bezeichnung "Wärmefestigkeit (Temperatur)", die im Zusammenhang mit der 13. Ausführungsform verwendet wird, bedeutet die der Raumtemperatur am nächsten liegende Temperatur unterhalb verschiedenen Temperaturen oberhalb Raumtemperatur, bei der eine Substanz einer merklichen Veränderung unterliegt, wie die Temperatur der beginnenden thermischen Zersetzung oder ein Phasenübergangspunkt. Die erfindungsgemäße Mehrschicht-Leiterplatte ist bei der praktischen Verwendung notwendigerweise ein Verbundmaterial aus verschiedenen Materialien. Unter den jeweiligen Wärmefestigkeitstemperaturen der Materialien wird als Wärmefestigkeit der Mehrschicht-Leiterplatte die Temperatur benutzt, die der Raumtemperatur am nächsten kommt. Es ist in der Praxis selbstverständlich, daß ein Verbund, der aus einem Gemisch aus einem Harz, Keramik etc. gebildet ist und als einziges Material wirkt, als einzige Komponente behandelt wird.

[0062] Bei der Herstellung der Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten können die in Sequenz aufgebauten Leiterschichten durch übliche Metallisierung von Durchgangslöchern miteinander elektrisch verbunden sein, es wird jedoch für eine hochdichte Verdrahtung bevorzugt, die elektrische Verbindung durch Ausbilden von Verbindungslöchern für jede Leiterschicht vorzunehmen. Eine einzige Mehrschicht-Leiterplatte kann sowohl Durchgangslöcher, als auch Verbindungslöcher aufweisen. Das Bohren und die elektrische Verbindung zwischen den Schichten können mit Hilfe einer beliebigen Methode vorgenommen werden. Ohne daß die Erfindung darauf beschränkt sein soll, wird nachstehend ein Beispiel eines Verfahrens zur Ausbildung von Verbindungslöchern beschrieben. Löcher werden in der oberflächlichen Metallfolie beispielsweise durch Ätzen unter Freilegung der thermisch härtenden Harzschicht ausgebildet und der freigelegte Harzanteil wird durch Laserstrahlen-Bearbeitung mit einem Excimer-Laser, einem Kohlensäure-Gaslaser, einem YAG-Laser etc. durch Trockenätzen (wie Ionenstrahlen-Ätzen oder Plasma-Ätzen) oder durch Naßätzen mit einer korrosiven Chemikalie entfernt, wobei die darunter liegende Metallfolie freigelegt wird. Die obere und die untere Metallschicht werden dann durch Ablagern eines Metallfilms auf der Harz-Innenwand der Löcher durch Metallisieren, Sputtering oder eine ähnliche Methode oder durch Auffüllen der Löcher mit einer leitfähigen Paste verbunden. Das Durchbohren der Metallfolie und der Harzschicht können, wie oben beschrieben, gesondert durchgeführt werden oder gleichzeitig vorgenommen werden, indem ein Loch mit einem Bohrer bis zu einer solchen Tiefe gebohrt wird, daß die untere Metallfolie nicht durchbohrt wird.

[0063] Zwar wird die erfindungsgemäße Mehrschicht-Leiterplatte durch ein Laminier-Aufbauverfahren hergestellt, einige der als Bestandteil vorliegenden Schichten können jedoch durch andere Verfahren hergestellt werden, beispielsweise durch Laserstrahl-Bearbeitung eines photoempfindlichen isolierten Harzes oder eines thermisch härtenden Harzes und Ausbildung eines Leiters mit Hilfe einer stromlosen Methode zur Dickenmetallisierung.

[0064] Zu erfindungsgemäßen elektronischen Vorrichtungen gehören solche, in denen ein elektronisches Element auf die erfindungsgemäße Mehrschicht-Leiterplatte aufmontiert ist und solche, in denen ein elektronisches Element auf eine gesonderte Platte, wie eine Metallplatte oder eine Keramikplatte montiert ist, die auch als Platte zur Wärmeableitung dient, und die erfindungsgemäße Mehrschicht-Leiterplatte so ausgebildet ist, daß sie das elektronische Element umgebende Hohlräume hat und mit der Platte verbunden ist. Da die erfindungsgemäße Mehrschicht-Leiterplatte mit Hilfe eines Laminier-Aufbauverfahrens hergestellt wird, kann auf jeder beliebigen Platte eine Verdrahtung in mehreren Ebenen ausgebildet werden. Die Platte selbst kann so ausgebildet sein, daß sie Wärmeableitungs-Funktion, Verdrahtungs-Funktion oder die Funktion zum Verwirklichen von speziellen elektrischen Eigenschaften hat, und ist beispielsweise eine Metallplatte, eine Metall-Kernverdrahtungsplatte, eine Keramikplatte, eine keramische Mehrschicht-Leiterplatte etc.

[0065] Die Erfindung wird nachstehend deutlicher anhand von Beispielen beschrieben, diese Beispiele sind jedoch nicht zur Beschränkung des Bereiches der Erfindung bestimmt.

#### Beispiel 1

[0066] Unter Verwendung eines thermisch härtenden Polyphenylenetherharzes mit einer relativen Dielektrizitätskonstante von 2,7 bei 1 MHz als thermisch härtendes Harz und einer 12 µm dicken durch Elektroabscheidung erzeugten Kupferfolie für eine gedruckte Schaltungsplatte wurde eine Schicht einer Harz aufweisenden Kupferfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte hergestellt. Die Dicke des Harzfilms war 60 µm. Der Harzfluß betrug 3%. Nachdem das thermisch härtende Polyphenylenetherharz thermisch gehärtet worden war, betragen die Glasübergangstemperatur und die relative Dielektrizitätskonstante des gehärteten Harzes 220°C bzw. 2,8 (bei einer Frequenz von 1 MHz). Ein 0,3 mm dickes doppelseitig mit Kupfer beschichtetes Laminat aus thermisch härtendem Polyphenylenether, das eine 18 µm dicke Kupferfolie auf jeder Seite hatte, wurde unter Ausbildung einer inneren Schaltung auf jeder Seite bearbeitet und die vorstehend beschriebene Kupferfolie mit thermisch härtendem Polyphenylenetherharz wurde auf jede Seite auflaminiert. Die Kupferfolie auf jeder Seite wurde unter Bildung einer äußeren Schaltung bearbeitet, wobei eine 4-Schicht-Leiterplatte einer Größe von 330 mm × 400 mm erhalten wurde. Die Messung zeigte, daß die charakteristische Impedanz der Schaltung der 4-Schicht-Leiterplatte über die gesamte Fläche hinweg stabil war und nur eine Schwankung innerhalb von ±10% zeigte. Ein Teil 4-Schicht-Leiterplatte wurde in ein Epoxyharz eingebettet und die Schnittfläche wurde poliert und unter einem optischen Mikroskop beobachtet. Es wurde gefunden, daß die innere Schaltung vollständig ohne Porenbildung in dem thermisch härtenden Polyphenylenetherharz eingebettet war.

#### Beispiel 2

[0067] Eine Schicht einer Harz aufweisenden Kupferfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte wurde hergestellt, indem als thermisch härtendes Harz ein thermisch härtendes Polyphenylenetherharz mit einer relativen Dielektrizitätskonstante von 2,8 bei 1 MHz und als Metallfolie eine 12 µm dicke durch Elektroabscheidung erzeugte Kupferfolie für eine gedruckte Schaltungsplatte verwendet wurden. Die Dicke des Harzfilms war 60 µm. Der

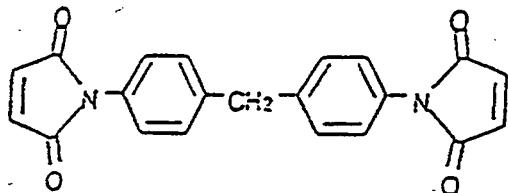
Harzfluß betrug 39%. Nachdem das thermisch härtende Polyphenylenetherharz thermisch gehärtet war, betrugen die Glasübergangstemperatur bzw. die relative Dielektrizitätskonstante des gehärteten Harzes 210°C bzw. 2,9 (bei einer Frequenz von 1 MHz). Ein 0,3 mm dickes doppelseitig kupferbeschichtetes thermisch härtendes Polyphenylenetherlaminat, das eine 18 µm dicke Kupferfolie auf jeder Seite hatte, wurde durch Ausbilden einer inneren Schaltung auf jeder Seite bearbeitet und die vorstehend beschriebene Metallfolie mit thermisch härtendem Polyphenylenetherharz wurde auf jede Seite auflaminiert. Die Kupferfolie auf jeder Seite wurde unter Ausbildung einer äußeren Schaltung bearbeitet, wobei eine 4-Schicht-Leiterplatte einer Größe von 330 mm × 400 mm erhalten wurde. Bei der Messung zeigte sich, daß die charakteristische Impedanz der Schaltung der 4-Schicht-Leiterplatte über die gesamte Fläche hinweg stabil war und nur eine Schwankung innerhalb von ±10% zeigte. Gesondert wurde unter Verwendung der gleichen Harz aufweisenden Kupferfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte und des gleichen doppelseitig kupferbeschichteten Laminats eine 4-Schicht-Leiterplatte einer Größe von 35 mm × 35 mm hergestellt und ein digitaler Halbleiter wurde auf diese montiert, wobei eine Halbleitervorrichtung erhalten wurde. Die Halbleitervorrichtung wurde auf eine Testschaltung mit einem veränderlichen Taktgenerator montiert und der Arbeitsbereich der Taktfrequenz wurde gemessen. Dabei zeigte sich, daß die Vorrichtung bis 100 MHz betrieben werden konnte. Die Halbleitervorrichtung wurde in einem Druckkocher bei 121°C unter 2 atm. behandelt und dann wurde das Verhalten bei 100 MHz beobachtet. Es wurde kein Einfluß auf das Verhalten beobachtet, bis die Behandlungsdauer 3000 Stunden erreichte. Wenn die Halbleitervorrichtung einem Wärmeschock-Test zwischen –65°C und 124°C unterworfen wurde, zeigte sich bis zu 1000 Zyklen kein Einfluß auf das Verhalten.

#### Beispiel 3

[0068] Vier Gewichtsteile Polystyrol mit einem Gewichtsmittel des Molekulargewichts von 500000 wurden zu 100 Gewichtsteilen des thermisch härtenden Polyphenylenetherharzes gemäß Beispiel 2 gegeben. Das gebildete thermisch härtende Polyphenylenetherharz, das Polystyrol enthielt, hatte eine relative Dielektrizitätskonstante von 2,8 bei 1 MHz. Unter Verwendung dieser Polystyrol enthaltenden thermisch härtenden Polyphenylenetherharzes und einer 12 µm dicken elektrisch abgeschiedenen Kupferfolie für eine gedruckte Leiterplatte wurde eine Schicht einer Harz aufweisenden Kupferfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte hergestellt. Ein 60 µm dicker Harzfilm mit glatter und glänzender Oberfläche wurde leicht ausgebildet. Der Harzfluß betrug 40%. Als das thermisch härtende Polyphenylenetherharz thermisch gehärtet war, betrugen die Glasübergangstemperatur bzw. die relative Dielektrizitätskonstante des gehärteten Harzes 210°C bzw. 2,9 (bei einer Frequenz von 1 MHz). Ein 0,3 mm dickes doppelseitig mit Kupfer beschichtetes Laminat aus thermisch härtendem Polyphenylenetherharz, das auf jeder Seite eine 18 µm dicke Kupferfolie aufwies, wurde zur Ausbildung einer inneren Schaltung auf jeder Seite bearbeitet und die oben beschriebene ein thermisch härtendes Polyphenylenetherharz aufweisende Metallfolie wurde auf jede Seite auflaminiert. Die Kupferfolie auf jeder Seite wurde zur Ausbildung einer äußeren Schaltung bearbeitet, wobei eine 4-Schicht-Leiterplatte einer Größe von 330 mm × 400 mm erhalten wurde. Bei der Messung zeigte sich, daß die charakteristische Impedanz der Schaltung der 4-Schicht-Leiterplatte über die gesamte Fläche stabil war und nur eine Schwankung innerhalb von ±10% zeigte. Gesondert davon wurde unter Verwendung der gleichen Harz aufweisenden Kupferfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte und des gleichen doppelseitig mit Kupfer beschichteten Laminats eine 4-Schicht-Leiterplatte für eine Halbleitervorrichtung einer Größe von 35 mm × 35 mm hergestellt. Ein digitaler Halbleiter wurde auf diese montiert, um eine Halbleitervorrichtung herzustellen. Die Halbleitervorrichtung wurde auf eine Testschaltung mit einem veränderlichen Taktgenerator montiert und der Arbeitsbereich der Taktfrequenz wurde gemessen. Im Ergebnis arbeitete die Vorrichtung bis zu 100 MHz. Die Halbleitervorrichtung wurde in einem Druckkocher bei 121°C unter 2 atm behandelt und das Verhalten bei 100 MHz wurde beobachtet. Es konnte kein Einfluß auf das Verhalten beobachtet werden, bis die Behandlungszeit 3000 Stunden erreichte. Wenn die Halbleitervorrichtung einem Wärmeschock-Test zwischen –65°C und 125°C unterworfen wurde, zeigte sich kein Einfluß auf das Verhalten bis zu 1000 Zyklen.

#### Beispiel 4

[0069] 90 Gewichtsteile Poly(p-divinylbenzol) mit einem Molekulargewicht von 50000 und 10 Gewichtsteile einer Bismaleinimid-Verbindung der nachstehend gezeigten Formel 1 wurden zur Herstellung eines thermisch härtenden Harzes vermischt. Die Dielektrizitätskonstante des resultierenden thermisch härtenden Harzes bei 1 MHz war 2,7.

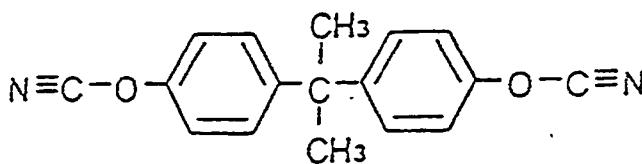


Formel 1

[0070] Eine Schicht einer Harz aufweisenden Kupferfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte wurde unter Verwendung des Polydivinylbenzol enthaltenden thermisch härtenden Harzes und einer 12 µm dicken durch Elektroabscheidung erhaltenen Kupferfolie für eine gedruckte Schaltungsplatte hergestellt. Die Dicke des Harzfilms war 60 µm. Der Harzfluß war 15%. Nachdem das thermisch härtende Polydivinylbenzolharz thermisch gehärtet war, wurde gefunden, daß die Glasübergangstemperatur bzw. die relative Dielektrizitätskonstante des gehärteten Harzes 460°C bzw. 2,8 (bei einer Frequenz von 1 MHz) betragen. Ein 0,3 mm dickes doppelseitig mit Kupfer beschichtetes thermisch härtendes Polyphenylenether-Laminat, das eine 18 µm dicke Kupferfolie auf jeder Seite hatte, wurde unter Bildung einer inneren Schaltung auf jeder Seite bearbeitet und die oben beschriebenen Polydivinylbenzolharz aufweisende Metallfolie wurde auf jede Seite auflaminiert. Die Kupferfolie auf jeder Seite wurde zur Ausbildung einer äußeren Schaltung bearbeitet, wobei eine 4-Schicht-Leiterplatte einer Größe von 330 mm × 400 mm erhalten wurde. Bei der Messung zeigte sich, daß die charakteristische Impedanz der Schaltung der 4-Schicht-Leiterplatte über die gesamte Fläche stabil war und nur eine Schwankung innerhalb von ±10% zeigte. Gesondert davon wurde eine 4-Schicht-Leiterplatte für eine Halbleitervorrichtung einer Größe von 35 mm × 35 mm unter Verwendung der gleichen Harz aufweisenden Kupferfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte und desgleichen doppelseitig mit Kupfer beschichteten Laminats hergestellt und ein digitaler Halbleiter wurde auf diese montiert, um eine Halbleitervorrichtung auszubilden. Die Halbleitervorrichtung wurde auf eine Testschaltung mit einem veränderlichen Taktgenerator montiert und der Arbeitsbereich der Taktfrequenz wurde gemessen. Als Ergebnis zeigte sich, daß die Vorrichtung bis zu 100 MHz arbeitete. Die Halbleitervorrichtung wurde in einem Druckkocher bei 121°C unter 2 atm behandelt und das Verhalten bei 100 MHz wurde beobachtet. Es wurde kein Einfluß auf das Verhalten beobachtet, bis die Behandlungsdauer 3000 Stunden erreichte. Wenn die Halbleitervorrichtung einem Wärmeschock-Test zwischen –65°C und 125°C unterworfen wurde, konnte bis zu 1000 Zyklen kein Einfluß auf das Verhalten beobachtet werden.

## Beispiel 5

[0071] Ein bifunktioneller Cyansäureester der nachstehend gezeigten Formel 2 wurde partiell polymerisiert, wobei ein Präpolymer mit einem Zahlenmittel des Molekulargewichts von 560 und einem Gewichtsmittel des Molekulargewichts von 1310 erhalten wurde. 100 Gewichtsteile des Präpolymeren, 1 Gewichtsteil Nonylphenol und 0,25 Gewichtsteil Cobaltoctoat wurden vermischt, um ein polyfunktionelles Cyanesterharz herzustellen. Die Dielektrizitätskonstante des resultierenden thermisch härtenden Harzes bei 1 MHz wurde zu 2,9 festgestellt.



Formel 2

[0072] Eine Schicht einer Harz aufweisenden Kupferfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte wurde unter Verwendung des polyfunktionellen Cyanesterharzes und einer 12 µm dicken durch Elektroabscheidung erhaltenen Kupferfolie für eine gedruckte Schaltungsplatte hergestellt. Die Dicke des Harzfilms betrug 60 µm. Der Harzfluß war 41%. Nachdem das polyfunktionelle Cyanesterharz thermisch gehärtet war wurde gefunden, daß die Glasübergangstemperatur und die relative Dielektrizitätskonstante des gehärteten Harzes 280°C bzw. 3,0 (bei einer Frequenz von 1 MHz) betragen. Ein 0,3 mm dickes doppelseitig mit Kupfer beschichtetes thermisch härtendes Polyphenylenether-Laminat, das eine 18 µm dicke Kupferfolie auf jeder Seite hatte, wurde zur Ausbildung einer inneren Schaltung auf jeder Seite bearbeitet und die oben beschriebene ein polyfunktionelles Cyanesterharz aufweisende Metallfolie wurde auf jede Seite auflaminiert. Die Kupferfolie auf jeder Seite wurde zur Ausbildung einer äußeren Schaltung bearbeitet, wobei eine 4-Schicht-Leiterplatte einer Größe von 330 mm × 400 mm erhalten wurde. Die Messung ergab, daß die charakteristische Impedanz des Leiters der 4-Schicht-Leiterplatte über den gesamten Bereich stabil war und nur eine Schwankung innerhalb von ±10% zeigte. Gesondert wurde eine 4-Schicht-Leiterplatte für eine Halbleitervorrichtung einer Größe von 35 mm × 35 mm unter Verwendung der gleichen Harz aufweisenden Kupferfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte und desgleichen doppelseitig Kupfer beschichteten Laminats hergestellt und ein digitaler Halbleiter wurde auf diese montiert, um eine Halbleitervorrichtung herzustellen. Die Halbleitervorrichtung wurde auf eine Testschaltung mit ei-

nem veränderlichen Taktgenerator montiert und der Arbeitsbereich der Taktfrequenz wurde gemessen. Im Ergebnis arbeitete die Vorrichtung bis zu 100 MHz. Die Halbleitervorrichtung wurde in einem Druckkocher bei 121°C unter 2 Atmosphären behandelt und das Verhalten bei 100 MHz wurde beobachtet. Es wurde kein Einfluß auf das Verhalten beobachtet, bis die Behandlungsdauer 3000 Stunden erreichte. Wenn die Halbleitervorrichtung eine Wärmeschock-Test zwischen –65°C und 125°C unterworfen wurde, konnte bis zu 1000 Zyklen kein Einfluß auf das Verhalten beobachtet werden.

#### Beispiel 6

[0073] **100** Gewichtsteile Polybutadien mit einem Zahlenmittel des Molekulargewichts von 3100 und 2 Gewichtsteile Dicumylperoxid wurden zur Bildung eines thermisch härtenden Harzes vermischt. Die Dielektrizitätskonstante des resultierenden thermisch härtenden Harzes bei 1 MHz betrug 2,4.

[0074] Eine Schicht einer Harz aufweisenden Kupferfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte wurde unter Verwendung des thermisch härtenden Harzes auf Polybutadienbasis und einer 12 µm dicken elektrisch abgeschiedenen Kupferfolie für eine gedruckte Schaltungsplatte hergestellt. Die Dicke des Harzfilms betrug 60 µm. Der Harzfluß betrug 43%. Wenn das thermisch härtende Harz auf Polybutadienbasis der Wärmehärtung unterworfen war, wurde gefunden, daß die Glasübergangstemperatur bzw. die relative Dielektrizitätskonstante des gehärteten Harzes 150°C bzw. 2,5 (bei einer Frequenz von 1 MHz) betrugen. Eine 0,3 mm dicke doppelseitig kupferbeschichtete Laminatfolie aus thermisch härtendem Polyphenylenether, die eine 18 µm dicke Kupferfolie auf beiden Seiten hatte, wurde zur Ausbildung einer inneren Schaltung auf jeder Seite bearbeitet und die vorstehend beschriebene Metallfolie, die den Harzfilm aus thermisch härtendem Polybutadien aufwies, wurde auf jeder Seite auflaminiert. Die Kupferfolie auf jeder Seite wurde unter Ausbildung einer äußeren Schaltung bearbeitet, wobei eine 4-Schicht-Leiterplatte einer Größe von 330 mm × 400 mm erhalten wurde. Durch Messung wurde festgestellt, daß die charakteristische Impedanz der Schaltung der 4-Schicht-Leiterplatte über den gesamten Bereich stabil war und nur eine Schwankung innerhalb  $\pm 10\%$  zeigte. Gesondert wurde eine 4-Schicht-Leiterplatte für eine Halbleitervorrichtung einer Größe von 35 mm × 35 mm hergestellt, wobei die gleiche Harz aufweisende Kupferfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte und das gleiche doppelseitig Kupfer beschichtete Laminat verwendet wurden, und ein digitaler Halbleiter wurde auf diese montiert, um eine Halbleitervorrichtung herzustellen. Die Halbleitervorrichtung wurde auf eine Testschaltung mit einem veränderlichen Taktgenerator montiert und der Arbeitsbereich der Taktfrequenz wurde gemessen. Dabei wurde gefunden, daß die Vorrichtung bis zu 100 MHz arbeitete.

#### Beispiel 7

[0075] Triallylisocyanurat wurde zusammen mit einem Peroxid in Toluol erhitzt, wobei Poly(triallylisocyanurat) mit einem Gewichtsmittel des Molekulargewichts von 3000 erhalten wurde. 90 Gewichtsteile des Poly(triallylisocyanurats), 10 Gewichtsteile Triallylisocyanurat (Monomer) und 3 Gewichtsteile 2,5-Dimethyl-2,5-di(t-butylperoxy)hexin-3 wurden vermischt, um ein thermisch härtendes Poly(triallylisocyanurat)-Harz herzustellen. Die Dielektrizitätskonstante des resultierenden thermisch härtenden Harzes bei 1 MHz war 3,1.

[0076] Eine Schicht einer Harz aufweisenden Kupferfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte wurde unter Verwendung des Poly(triallylisocyanurat) enthaltenden thermisch härtenden Harzes und einer 12 µm dicken elektrisch abgeschiedenen Kupferfolie für eine gedruckte Schaltungsplatte hergestellt. Die Dicke des Harzfilms war 60 µm. Der Harzfluß betrug 25%. Nachdem das thermisch härtende Poly(triallylisocyanurat)-Harz thermisch gehärtet war, wurde gefunden, daß die Glasübergangstemperatur und die relative Dielektrizitätskonstante des gehärteten Harzes 350°C bzw. 3,3 (bei einer Frequenz von 1 MHz) betrugen. Ein 0,3 mm dikes doppelseitig kupferbeschichtetes Laminat aus thermisch härtendem Polyphenylenetherharz, das auf beiden Seiten 18 µm dicke Kupferfolien hatte, wurde bearbeitet, um auf jeder Seite eine innere Schaltung auszubilden und die vorstehend beschriebene Poly(triallylisocyanurat)-Harz aufweisende Metallfolie wurde auf jede Seite laminiert. Die Kupferfolie auf jeder Seite wurde bearbeitet, um eine äußere Schaltung auszubilden, wobei eine 4-Schicht-Leiterplatte einer Größe von 330 mm × 400 mm erhalten wurde. Die Messung zeigte, daß die charakteristische Impedanz der Schaltung der 4-Schicht-Leiterplatte über die gesamte Fläche stabil war und nur eine Schwankung innerhalb  $\pm 10\%$  hatte. Gesondert davon wurde eine 4-Schicht-Leiterplatte für eine Halbleitervorrichtung einer Größe von 35 mm × 35 mm unter Verwendung der gleichen Harz aufweisenden Kupferfolie für eine Mehrschichtleiterplatte und des gleichen doppelseitig kupferbeschichteten Laminats hergestellt und ein digitaler Halbleiter wurde auf diesem montiert, um eine Halbleitervorrichtung herzustellen. Die Halbleitervorrichtung wurde auf eine Testschaltung mit einem veränderlichen Taktgenerator montiert und der Arbeitsbereich der Taktfrequenz wurde gemessen. Dabei ergab sich, daß die Vorrichtung bis 100 MHz arbeitete. Die Halbleitervorrichtung wurde in einem Druckkocher bei 121°C unter 2 atm behandelt und das Verhalten bei 100 MHz wurde beobachtet. Es zeigte sich kein Einfluß auf das Verhalten, bis die Behandlungsdauer 3000 Stunden erreichte. Wenn die Halbleitervorrichtung dem Wärmeschock-Test zwischen –65°C und 125°C unterworfen

wurde, zeigte sich kein Einfluß auf das Verhalten bis zu 1000 Zyklen.

#### Vergleichsbeispiel 1

[0077] Eine Schicht einer Harz aufweisenden Kupferfolie wurde in gleicher Weise wie in Beispiel 2 hergestellt, mit der Ausnahme, daß das thermisch härtende Polyphenylenetherharz durch ein Epoxyharz für ein kupferbeschichtetes Laminat ersetzt wurde. Der Harzfluß war 65%. Wenn das Epoxyharz thermisch gehärtet war, betrugen die Glasübergangstemperatur und die relative Dielektrizitätskonstante des gehärteten Harzes 150°C bzw. 3,8 (bei einer Frequenz von 1 MHz). Eine 4-Schicht-Leiterplatte wurde in gleicher Weise wie in Beispiel 1 hergestellt und die charakteristische Impedanz wurde gemessen. Die charakteristische Impedanz zeigte eine Schwankung von  $\pm 16\%$ . Dann wurde eine Halbleitervorrichtung hergestellt, die einen aufmontierten digitalen Halbleiter enthielt. Die Taktfrequenz, bei der die Halbleitervorrichtung betrieben werden konnte, betrug 80 MHz. Wenn die Halbleitervorrichtung in einem Druckkocher bei 121°C unter 2 Atomsphären behandelt wurde, versagte der Betrieb bei 80 MHz innerhalb von 1000 Stunden. Wenn die Vorrichtung einem Wärmeschock-Test zwischen –65°C und 125°C unterworfen wurde, versagte der Betrieb beim 300sten Zyklus.

#### Beispiele 8 bis 10

[0078] Ein Harzlack, der aus dem thermisch härtenden Polyphenylenetherharz des Beispiels 2 und Toluol als Lösungsmittel hergestellt wurde, wurde auf eine Seite einer 12  $\mu\text{m}$  dicken elektrisch abgeschiedenen Kupferfolie für eine gedruckte Schaltungsplatte aufgetragen und unter Bildung eines Harzfilms einer Dicke von 50  $\mu\text{m}$  getrocknet. Die Trocknung erfolgte mit Hilfe eines Heißlufttrockners, während die Temperatur und die Fließrate der Heißluft so geregelt wurden, daß das Lösungsmittel in einer Rate von 0,005 g/cm<sup>2</sup>·min (Beispiel 8), 0,01 g/cm<sup>2</sup>·min (Beispiel 9) oder 0,05 g/cm<sup>2</sup>·min (Beispiel 10) verdampfte, bis die Rest-Lösungsmittelkonzentration des Überzugsfilms auf 200000 ppm vermindert war. Die resultierende Harz aufweisende Folie zeigte keine Rißbildung an der beschichteten Oberfläche durch die Trocknung. Bei der Bearbeitung (beispielsweise durch Schneiden) der Harz aufweisenden Folie oder der Handhabung bei der Herstellung einer Mehrschicht-Leiterplatte durch aufeinanderfolgendes Laminieren trat kein Ablösen von Harzteilchen auf und es wurde eine Mehrschicht-Leiterplatte mit hoher Verlässlichkeit hergestellt.

#### Vergleichsbeispiel 2

[0079] Eine Harz aufweisende Metallfolie wurde in gleicher Weise wie in Beispielen 8 bis 10 hergestellt, mit der Ausnahme, daß die Trocknung des Überzugsfilms des Beispiels 2 durchgeführt wurde, während die Temperatur und die Fließrate der Heißluft so geregelt wurden, daß die Verdampfungsrate des Lösungsmittels auf 0,2 g/cm<sup>2</sup>·cm eingestellt wurde. Die resultierende Schicht unterlag bei der Trocknung der Rißbildung auf der beschichteten Oberfläche. Bei der Bearbeitung beispielsweise dem Schneiden der Schicht und bei der Handhabung zur Herstellung einer Mehrschicht-Leiterplatte durch aufeinanderfolgendes Laminieren wurde ein Ablösen von Harzteilchen beobachtet. Die Schnittfläche der so erhaltenen Mehrschicht-Leiterplatte zeigte unzureichendes Einbetten der Schaltung in der Harzsicht.

#### Beispiele 11 bis 13

[0080] Das thermisch härtende Polyphenylenetherharz des Beispiels 2 wurde durch Schmelzextrudieren auf eine Seite einer 12  $\mu\text{m}$  dicken elektrisch abgeschiedenen Kupferfolie für eine gedruckte Schaltungsplatte in einer Trockendicke von 50  $\mu\text{m}$  aufgetragen, wobei ein Harzfilm auf der Kupferfolie gebildet wurde. Zur Schmelzextrusion wurde ein Doppelschneckenextruder verwendet, der eine T-Düse am Kopf aufwies. Die Schmelzextrusionstemperatur wurde auf 80°C (Beispiel 11), 120°C (Beispiel 12) oder 250°C (Beispiel 13) eingestellt. Die resultierende Harz aufweisende Metallfolie hatte eine glatte Oberfläche. Kein Ablösen von Harzteilchen trat bei der Bearbeitung, beispielsweise dem Schneiden, oder bei der Handhabung der Harz aufweisenden Folie bei der Herstellung einer Mehrschicht-Leiterplatte durch aufeinanderfolgendes Laminieren auf und es wurde eine Mehrschicht-Leiterplatte mit hoher Verlässlichkeit hergestellt.

#### Vergleichsbeispiel 3

[0081] Eine Harz aufweisende Metallfolie wurde in gleicher Weise wie in Beispielen 11 bis 13 hergestellt, mit der Ausnahme, daß der schmelzextrudierte Film aus thermisch härtenden Polyphenylenetherharz des Beispiels 2 bei einer Schmelzextrusionstemperatur von 350°C ausgebildet wurde. Die Oberfläche der resultierenden Harz aufweisenden Metallfolie war nicht glatt. Obwohl kein Ablösen von Harzteilchen bei der Bearbeitung, z. B. beim Schneiden der Harz aufweisenden Folie oder bei der Handhabung der Harz aufweisenden Folie bei

der Herstellung einer Mehrschicht-Leiterplatte durch aufeinanderfolgendes Laminieren beobachtet wurde, zeigte die Schnittfläche der so hergestellten Mehrschicht-Leiterplatte ein unzureichendes Einbetten der Schaltung in dem Harz.

Beispiel 14

[0082] Eine 10 µm dicke Polyethylenfolie wurde mit Hilfe einer auf 100°C erhitzten heißen Walze auf die Harzoberfläche der in Beispiel 2 hergestellten ein thermisch härtendes Polyphenylenetherharz aufweisenden Metallfolie aufgeklebt, um den Harzfilm mit einer Schutzfolie zu versehen. Die durch die Schutzfolie geschützte Harz aufweisende Metallfolie wurde um einen Zylinder mit einem Durchmesser von 10 cm gewickelt und 1 Woche bei 23°C aufbewahrt. Nach der Lagerung wurde gefunden, daß die Oberfläche der Metallfolie nicht durch das thermisch härtende Polyphenylenetherharz verschmutzt war. Die Polyethylenfolie konnte leicht durch Reiben der Kante mit dem Finger abgelöst werden.

Beispiel 15

[0083] Eine Mehrschicht-Leiterplatte, die 6 Verdrahtungsschichten enthielt, wurde unter Verwendung eines thermisch härtenden Polyphenylenetherharzes mit einer Wärmebeständigkeit von 200°C als Isolationsharz hergestellt. Die Wärmebeständigkeit der Mehrschicht-Leiterplatte betrug 200°C. Die Geschwindigkeit der elektrischen Signalübertragung der Mehrschicht-Leiterplatte wurde bei der Messung durch TDR (Time Domain-Reflexionsmethode) an jeder Stelle mit 17,5 cm/nsec oder höher festgestellt. Auf die Mehrschicht-Leiterplatte wurde ein durch den Anwender programmierbarer Gate Array-Chip, ein Dämpfungswiderstand und ein Kondensator montiert und mit einem Harz versiegelt, um eine elektronische Vorrichtung herzustellen. Wenn sie auf eine Digitalschaltungsplatte mit einem Standardtakt von 100 MHz montiert war, konnte die elektronische Vorrichtung ohne irgendwelche Probleme betrieben werden. Nachdem die Digital-Schaltungsplatte bei 60°C und einer relativen Feuchtigkeit von 90% während 1000 Stunden behandelt wurde, arbeitete sie wieder ohne Störungen.

Vergleichsbeispiel 4

[0084] Eine Mehrschicht-Leiterplatte, die unter Verwendung eines üblichen Epoxyharzes für ein Kupfer beschichtetes Laminat als Isolierharz hergestellt wurde, wurde anstelle der Mehrschicht-Leiterplatte des Beispiels 15 verwendet. Es zeigte sich, daß die Geschwindigkeit der elektrischen Signalübertragung, gemessen durch TDR, höchstens 15,0 cm/nsec betrug. Eine elektronische Vorrichtung wurde unter Verwendung der gleichen Elemente wie in Beispiel 15 hergestellt. Bei dem Verhaltenstest bei einem Standard-Takt von 100 MHz arbeitete die elektronische Vorrichtung nicht normal. Sie arbeitete bei einem Standard-Takt, der auf 70 MHz vermindert war. Wenn die Digital-Schaltungsplatte bei 60°C und einer relativen Feuchtigkeit von 90% während 1000 Stunden behandelt wurde, arbeitete sie nicht mehr normal.

Industrielle Anwendbarkeit

[0085] Die erfindungsgemäße ein thermisch härtendes Harz aufweisende Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte ermöglicht in der Praxis mit Hilfe eines Aufbau-Laminierverfahrens eine hochwirksame Mehrschicht-Leiterplatte herzustellen, die eine stabile charakteristische Impedanz aufweist. Das Herstellungsverfahren gemäß der Erfindung macht eine Polyphenylenetherharz aufweisende Metallfolie mit ausgezeichneter Qualität zugänglich. Auf die erfindungsgemäße Harz aufweisende Metallfolie kann durch Pressen eine billige Folie zum Schutz der Harzoberfläche aufgeklebt werden, wobei eine Harz aufweisende Metallfolie erhalten wird, die sich für die Lagerung und Handhabung eignet. Da die erfindungsgemäße Mehrschicht-Leiterplatte eine stabile charakteristische Impedanz und ausgezeichnete elektrische Eigenschaften aufweist, ermöglicht sie mit hoher Geschwindigkeit arbeitende Digital-Schaltungen und Hochfrequenz-Schaltungen mit bisher nicht erreichter hoher Leistung. Die erfindungsgemäße elektronische Vorrichtung zeigt bisher nicht erreichtes ausgezeichnetes Verhalten beim Hochgeschwindigkeits-Betrieb und Hochfrequenz-Betrieb.

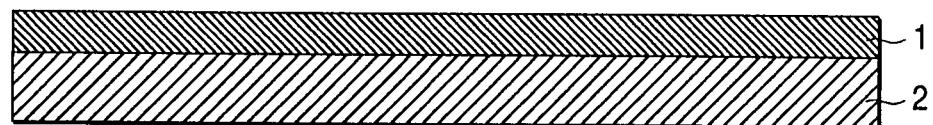
Patentansprüche

1. Harz aufweisende Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten, die eine Metallfolie umfaßt, die auf einer Seite mit einem Film aus einem thermisch härtenden Harz mit einer relativen Dielektrizitätskonstante von nicht mehr als 3,3 in einem Frequenzbereich von nicht weniger als 1 MHz und mit einem Harzfluß von 1 bis 50% versehen ist.

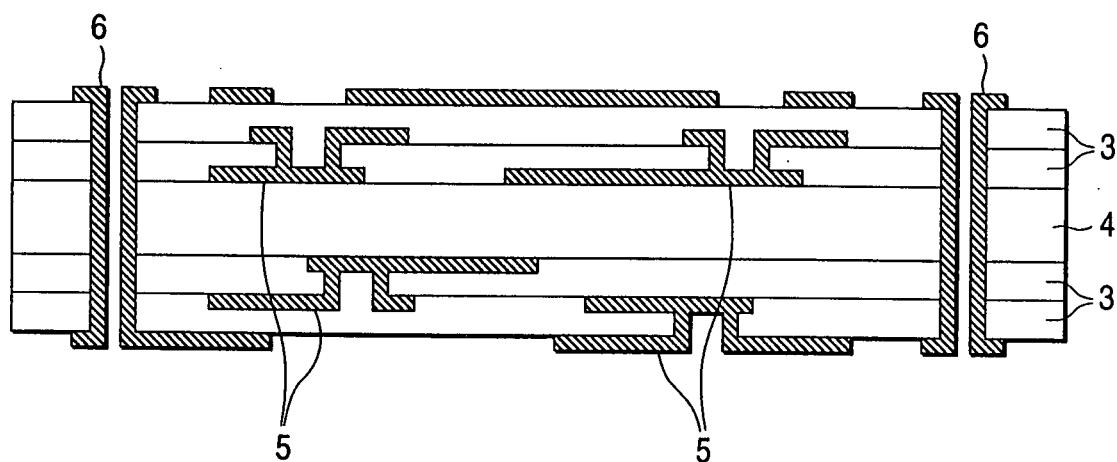
2. Harz aufweisende Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten nach Anspruch 1, wobei das thermisch härtende Harz einen anorganischen Füllstoff enthält.
3. Harz aufweisende Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten nach Anspruch 1 oder 2, wobei das thermisch härtende Harz eine Glasübergangstemperatur von nicht weniger als 180°C nach seiner Härtung zeigt.
4. Harz aufweisende Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei das thermisch härtende Harz ein thermisch härtendes Polyphenylenether-Harz ist.
5. Harz aufweisende Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten nach Anspruch 4, wobei das thermisch härtende Harz ein thermisch härtendes Polyphenylenether-Harz, welches ein Styrolpolymer enthält, ist.
6. Harz aufweisende Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten nach einem der Ansprüche 1 bis 5, welche mit einer leicht ablösbar Schicht zum Schutz der Harzoberfläche versehen ist.
7. Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten, wobei die Leiterschichten durch aufeinanderfolgendes Laminieren von Schichten der Harz aufweisenden Metallfolie für eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4 gebildet ist.
8. Elektronische Vorrichtung, die eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten nach Anspruch 7 und ein mit dieser durch eine Verdrahtung verbundenes elektronisches Element umfaßt.
9. Elektronische Vorrichtung nach Anspruch 8, die eine Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten nach Anspruch 7, die eine Übertragungsgeschwindigkeit von elektrischen Signalen von 16,5 cm/nsec oder höher erreicht und eine Wärmebeständigkeit von nicht weniger als 180°C hat, und ein elektronisches Element umfaßt.
10. Verwendung einer ein Harz aufweisenden Metallfolie nach Anspruch 1 zur Herstellung einer Mehrschicht-Leiterplatte mit aufeinanderfolgenden Schichten.
11. Verwendung nach Anspruch 10, wobei das thermisch härtende Harz einen anorganischen Füllstoff enthält.
12. Verwendung nach Anspruch 10, wobei das thermisch härtende Harz eine Glasübergangstemperatur von nicht weniger als 180°C nach seiner Härtung aufweist.
13. Verwendung nach Anspruch 10, wobei das thermisch härtende Harz ein thermisch härtendes Polyphenylenetherharz ist.
14. Verwendung nach Anspruch 13, wobei das thermisch härtende Harz ein thermisch härtendes Polyphenylenetherharz, welches ein Styrol-Monomer enthält, ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

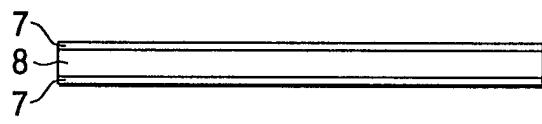
*FIG. 1*



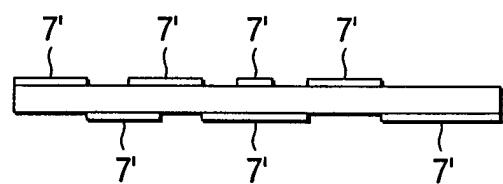
*FIG. 2*



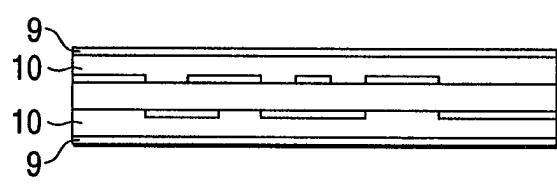
*FIG. 3 (1)*



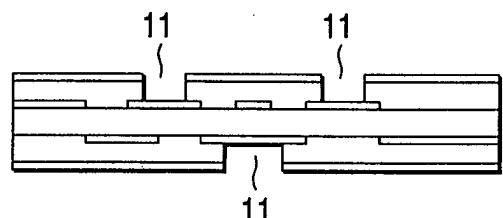
*FIG. 3 (2)*



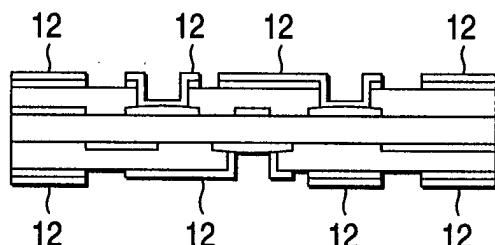
*FIG. 3 (3)*



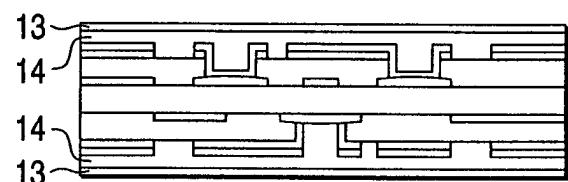
*FIG. 3 (4)*



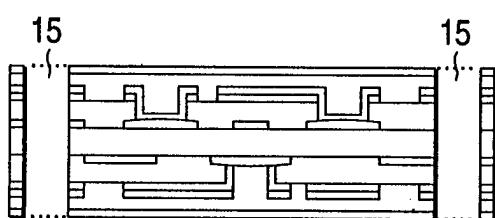
*FIG. 3 (5)*



*FIG. 3 (6)*



*FIG. 3 (7)*



*FIG. 3 (8)*

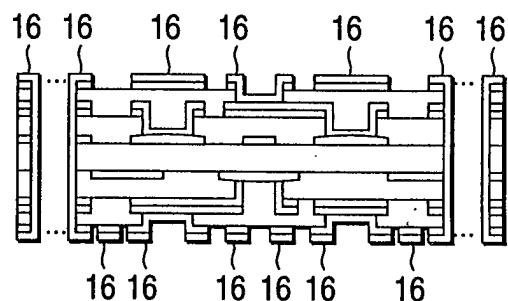


FIG. 4

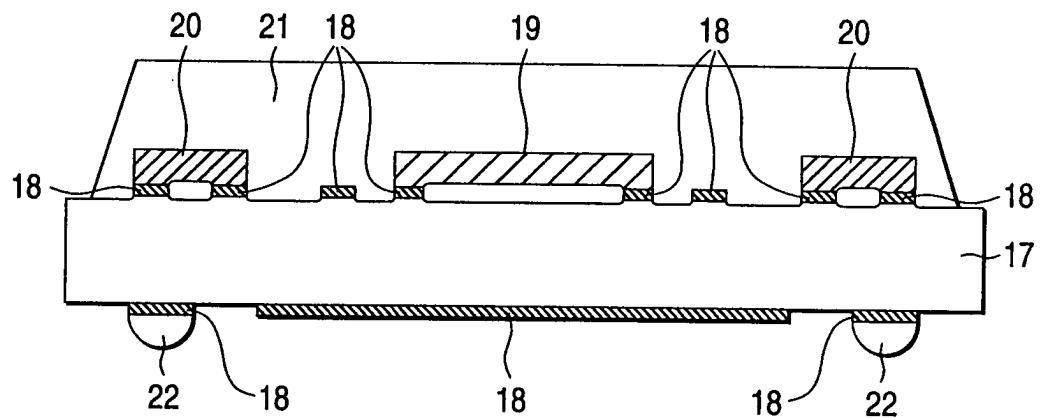


FIG. 5

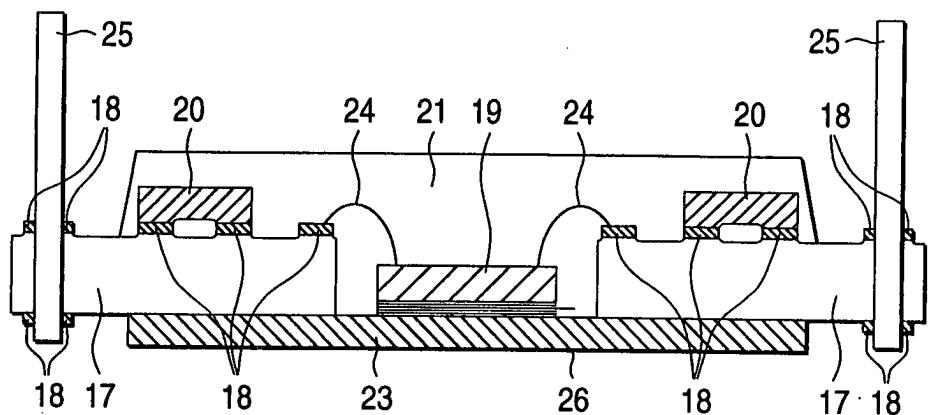


FIG. 6

