



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 103 92 524 B4 2008.08.07**

(12)

## Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **103 92 524.4**  
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US03/10833**  
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/088356**  
 (86) PCT-Anmeldetag: **08.04.2003**  
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **23.10.2003**  
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
 in deutscher Übersetzung: **30.06.2005**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **07.08.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 23/60** (2006.01)  
**H01B 1/20** (2006.01)  
**H02H 9/00** (2006.01)  
**H02H 3/20** (2006.01)  
**H01C 7/12** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**60/370,975      08.04.2002      US**

(73) Patentinhaber:  
**OTC Littelfuse, Inc., Des Plaines, Ill., US**

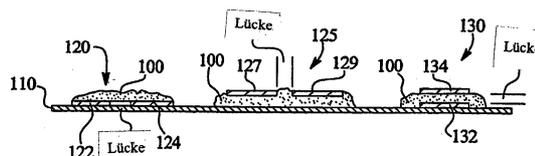
(74) Vertreter:  
**Becker, Kurig, Straus, 80336 München**

(72) Erfinder:  
**Harris, Edwin James, Deerfield, Ill., US; Davidson, Scott, Woodstock, Ill., US; Perry, David, Village of Lakewood, Ill., US; Whitney, Steven J., Lake Zurich, Ill., US**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**US 63 51 011 B1**  
**US 52 78 535 A**  
**US 52 48 517 A**  
**US 47 26 991 A**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtungen mit spannungsvariablem Material zur direkten Anwendung**

(57) Hauptanspruch: Elektrischer Schaltkreis umfassend:  
 Ein Substrat,  
 mehrere an das Substrat angebrachte und durch mindestens eine Lücke getrennte Elektroden, und  
 eine Menge an Spannungs-variablem Material ("VVM"),  
 das intrinsisch, ohne eine Bedeckung, an die Elektroden und das Substrat über die Lücke befestigt ist, wobei das VVM einen polymeren, selbsthärtenden, isolierenden Binder beinhaltet, der in Carbitolacetat gelöst und mit einem Mittel verdickt ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen Schaltungssicherungen. Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere elektrische Schaltkreise mit spannungsvariablem Material.

**[0002]** Elektrische Überlastungs("EOS")-Spannungsstöße erzeugen hohe elektrische Felder und gewöhnlich hohe Leistungsspitzen, die die Schaltungen oder die hoch empfindlichen elektrischen Bestandteile in den Schaltungen vorübergehend oder dauerhaft funktional schädigen. Die EOS-Spannungsstöße können Stoßspannungen/transiente Überspannungen einschließen, die Schaltungsvorgänge unterbrechen oder die Schaltung vollständig zerstören können. Die EOS-Spannungsstöße können beispielsweise von einem elektromagnetischen Impuls, einer elektrostatischen Entladung, einem Blitz, einem Aufbau statischer Elektrizität entstehen oder durch das Betreiben anderer elektronischer oder elektrischer Bestandteile hervorgerufen werden. Eine EOS-Stoßspannung/transiente Überspannung kann zu ihrer maximalen Amplitude in Sub-Nanosekunden bis Mikrosekunden ansteigen und sich wiederholende Amplituden-Spitzen/-Peaks aufweisen.

**[0003]** Es gibt Materialien für den Schutz gegen EOS-Spannungsstöße, die aufgebaut sind, um sehr schnell (idealerweise bevor die Spannungsstoßwelle ihre Spitze erreicht) zu reagieren, um die übertragene Spannung für die Dauer des EOS-Spannungsstoßes auf einen viel geringeren Wert zu senken. EOS-Materialien sind durch hohe elektrische Widerstandswerte bei niedriger oder normaler Betriebsspannung gekennzeichnet. In Reaktion auf einen EOS-Spannungsstoß schalten die Materialien sehr schnell auf einen niedrigen elektrischen Widerstandszustand. Verschwindet das EOS, dann kehren diese Materialien auf ihren hohen Widerstandszustand zurück. Nach Abklingen der EOS-Spannungsstöße gewinnen die EOS-Materialien ebenfalls ihren ursprünglichen hohen Widerstandswert sehr schnell zurück.

**[0004]** EOS-Materialien können wiederholt zwischen den hohen und niedrigen Widerstandszuständen umschalten. Die EOS-Materialien können Tausenden ESD-Ereignissen widerstehen und kehren zu dem gewünschten Aus-Zustand zurück, nachdem sie für jeden der einzelnen ESD-Ereignisse Schutz liefern.

**[0005]** Schaltungen, bei denen EOS-Materialien zum Einsatz kommen, können einen Teil der überschüssigen Spannung oder Stroms auf Grund des EOS-Spannungsstoßes zur Erde verschieben/leiten, wodurch die elektrische Schaltung und deren Bestandteile geschützt werden. Ein anderer Anteil des gefährdenden Spannungsstoßes reflektiert in die Richtung der Quelle der Gefährdung zurück. Die re-

flektierte Welle wird entweder durch die Quelle gedämpft/abgeschwächt, abgestrahlt oder auf die Spannungsstoßschutzvorrichtung zurückgerichtet, die in gleicher Weise auf jede Rücklaufwelle reagiert bis die Gefährdungsenergie auf ein sicheres Niveau gesenkt ist. Eine typische Schaltung, bei der eine EOS-Spannungsstoß-Einrichtung eingesetzt ist, ist in der [Fig. 1](#) gezeigt.

**[0006]** In der [Fig. 1](#) ist eine typische elektrische Schaltung **10** gezeigt. Die Schaltungslast **12** in der Schaltung **10** arbeitet bei einer normalen Betriebsspannung. Ein EOS-Spannungsstoß mit im Wesentlichen mehr als der zwei bis dreifachen normalen Betriebsspannung kann bei ausreichender Dauer die Last **12** und die darin enthaltenen Bestandteile beschädigen. Typischerweise können die EOS-Gefährdungen die normale Betriebsspannung mit einer zehnfach-, hundert- oder sogar tausendfach höheren Spannung als bei normalem Betrieb vorkommt, übersteigen.

**[0007]** In der Schaltung **10** ist ein EOS-Spannungsstoß **14** gezeigt, der entlang der Linie **16** in die Schaltung **10** eintritt. Nach dem Auftreten des EOS-Spannungsstoßes **14** schaltet eine EOS Schutzvorrichtung **18** von dem hohen Widerstandszustand auf einen niedrigen Widerstandszustand, wodurch der EOS-Spannungsstoß **14** bei einem sicheren niedrigen Wert festgeklemmt wird. Die EOS-Schutzvorrichtung **18** verschiebt einen Teil der Spannungsgefährdung von der elektrischen Leitung **16** zu der System-Erdung **20**. Wie vorstehend ausgeführt, reflektiert die EOS-Schutzvorrichtung **18** einen großen Teil der Gefährdung in Richtung der Quelle der Gefährdung zurück.

**[0008]** EOS-Schutzvorrichtungen verwenden typischerweise ein spannungsvariables Material ("VVM"). Viele VVMs weisen eine Festigkeit und Aufmachung auf, die einen Typ eines Gehäuses oder Umhüllung/Abdeckung erforderlich macht. Das bedeutet, dass die bekannten VVM-Materialien in einer Vorrichtung, wie beispielsweise einer Auflagevorrichtung, die an eine Leiterplatte ("PCB") angebracht ist, bereitgestellt wurden. Die VVM-Vorrichtungen wurden typischerweise getrennt von den Schutz erfordernden Vorrichtungen der Schaltung angebracht. Dies führt zu einigen Problemen.

**[0009]** Erstens werden die VVM-Vorrichtungen zu der Anzahl von Bestandteilen hinzugefügt, die auf der PCB angebracht werden müssen. Die VVM-Vorrichtungen nehmen wertvollen Raum/Platz auf dem Leiter ein und erhöhen mögliche Fehler. Die VVM-Vorrichtungen erfordern typischerweise, dass zusätzliche Anschlussflächen an der PCB angebracht werden und dass zusätzliche Schaltungslinien von den PCB Vorrichtungen oder einer Basisebene zu den VVM-Anschlüssen verlegt werden müssen. Es ist im-

mer aus Kosten-, Raumanordnungs/Flexibilitäts- und Betriebssicherheitsgründen wünschenswert, die Anzahl der auf eine PCB anzubringenden Bestandteile zu verringern.

**[0010]** Zweitens kann ein Hinzufügen von Bestandteilen auf eine vorhandene PCB einen Leiterumbau oder einen anderen Typ von Einbau in einen aktuell vorhandenen Aufbau/Entwurf erforderlich machen. Wird die Verwendung bereits hergestellt, ist es wahrscheinlich, dass ein beträchtlicher Zeitaufwand aufgewendet wurde den Plattenraum zu optimieren, der zum Einbau einer VVM-Vorrichtung entweder Raum aufweist oder nicht.

**[0011]** Drittens ereignen sich außerhalb der PCBs viele EOS-Spannungsstöße und werden durch Kabel und Drähte zu der PCB übermittelt. So sind beispielsweise vernetzte Computer und Telefonsysteme einer Anzahl von durch die Umgebung und Betätigungsaktivitäten verursachten Spannungsstößen ausgesetzt. In diesen Situationen wäre es wünschenswert Spannungsstöße zu beseitigen bevor sie die PCB erreichen.

**[0012]** US 6,351,011 offenbart einen elektrischen Schaltkreis, der einen ersten und zweiten Signalleiter, ein Schild und mindestens eine durch das Schild definierte Lasche und mindestens eine Menge an spannungsvariablem Material umfasst, wobei das Schild mit einer Erdungsschiene verbunden werden kann.

**[0013]** Die vorliegende Erfindung stellt einen Überspannungsschaltungsschutz bereit. Insbesondere stellt die vorliegende Erfindung einen elektrischen Schaltkreis mit spannungsvariablem Material ("VVM") bereit, das einen isolierenden Binder umfasst, der derart formuliert ist, dass er inhärent/intrinsisch an leitende und nicht-leitende Oberflächen haftet. Der Binder und daher das VVM ist selbsthärtend und kann auf eine Einrichtung in der Form einer Tinte eingesetzt werden, die in einer Endform einer Verwendung trocknet. Der Binder beseitigt die Notwendigkeit, das VVM in einer getrennten Vorrichtung und für getrennten Leiterplatten-Pads anzuordnen, auf denen das VVM elektrisch verbunden wird. Der Binder und daher das VVM kann unmittelbar auf viel verschiedenes Substrat, wie beispielsweise einem starren (FR-4) Laminat, einem Polyimid, einem Polymer, Glas und Keramik verwendet werden. Das VVM kann weiter unmittelbar auf verschiedenen Substrat-Typen eingesetzt werden, die innerhalb eines Teils eines elektrischen Geräts (beispielsweise einem Verbinders) angeordnet sind.

**[0014]** Der Binder des VVM's umfasst ein Polymer, wie beispielsweise Polyester, das in Carbitolacetat (Polyethylen-glycol-monoethyl-äther-acetat) gelöst wird. Ein Verdickungsmittel, wie beispielsweise

Quarzstaub, wird zu dem isolierenden Binder zugegeben, der die Viskosität des isolierenden Binders erhöht. Anschließend kann eine Anzahl verschiedener Teilchentypen in den Binder gemischt werden, um eine erwünschte Klemmspannung und Reaktionszeit zu erzeugen. Die verschiedenen Teilchentypen umfassen: leitende Teilchen, isolierende Teilchen, halb-leitende Teilchen, legierte halbleitende Teilchen und jede Kombination davon.

**[0015]** In einer Ausführungsform umfassen die leitenden Teilchen einen inneren Kern und eine äußere Hülle. Der Kern und die Hülle weisen unterschiedliche Leitfähigkeiten bzw. spezifische Widerstände auf. Entweder ist die Hülle leitfähiger als der Kern oder der Kern ist leitfähiger als die Hülle. Der Kern und die Hülle können jede einzeln aus jedem der verschiedenen der vorstehend aufgeführten Teilchentypen bestehen. In einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die leitenden Teilchen einen Aluminium-Kern und einen Aluminiumoxid-Hülle.

**[0016]** Die VVMs, die den Binder aufweisen, können auf einem Substrat verwendet werden, um verschiedene Schaltungen oder Einsatzmöglichkeiten auszubilden. In einer ersten Ausführungsform werden mehrere Elektroden oder Leiter durch jedes bekannte Verfahren an eine Leiterplatte befestigt. Die Elektroden sind jeweils durch eine Lücke auf der Leiterplatte getrennt. Das VVM wird angewendet und haftet inhärent/intrinsisch an den Elektroden und dem Substrat in der Lücke. In einer zweiten Anwendung werden die Elektroden erneut an dem Substrat befestigt, wobei das VVM lediglich inhärent/intrinsisch an den Elektroden haftet. Das bedeutet, dass das VVM nicht an dem Substrat haftet, jedoch über der Lücke angeordnet wird.

**[0017]** In einer dritten Anwendung haftet das VVM inhärent an einem Substrat, worauf die Elektroden angeordnet sind, die inhärent an dem VVM haften. Das bedeutet, dass das VVM die Elektroden an dem Substrat befestigt. In einer vierten Anwendung werden mindestens mehrere Elektroden an dem Substrat befestigt, wobei das VVM inhärent an der befestigten Elektrode haftet. Mindestens eine andere Elektrode befindet sich auf der Oberseite des VVM. Die Lücke zwischen den Elektroden wird durch die Dicke des VVM gebildet. Dabei kann das VVM zusätzlich inhärent an das Substrat binden oder auch nicht. Die Elektrode, die sich auf der Oberseite des VVM befindet, kann einen Bereich aufweisen, der an dem Substrat befestigt wird.

**[0018]** Wird das VVM auf eine Schaltung, wie beispielsweise auf eine Leiterplatte angewendet, dann erfordert die Quantität selbsthärtender VVM in einer Endform keine getrennte Schutzhülle. Das VVM kann während der Herstellung, des Transports und der Verwendung gegenüber der Umgebung ausgesetzt

werden. Das Substrat kann jeder Substrattyp, wie beispielsweise ein festes Laminat (bspw. FR-4) sein, das mit Leiterplatten verwendet wird, einem Material wie beispielsweise einem Polyimid, das mit flexiblen Schaltungen (bspw. Kapton<sup>®</sup>) verwendet wird, einem Polymer, eine Keramik oder Glas als auch jeder Kombination von diesen.

**[0019]** In einer anderen Ausführungsform kann das Substrat beschichtet oder auf andere Weise geschützt sein. So kann beispielsweise jede der vorstehend aufgeführten Anwendungen mit einer Beschichtung versehen sein. Die Beschichtung kann irgendeine von mehreren verschiedenen Materialien umfassen: eine Trockenschichtphotobild-(photo imagable) Beschichtung, eine Flüssigsprühphotobild-Beschichtung oder eine Beschichtung vom "Glob-top"-Typ, wie sie im Stand der Technik bekannt ist. Alternativ kann jede der vorstehend aufgeführten Anwendungen in einer mehrschichtigen Leiterplatte ("PCB") eingebettet sein. In einer anderen Ausführungsform wird mindestens eine zusätzliche Elektrode oder ein zusätzlicher Leiter an der Unterseite eines oberen Substrats befestigt, worin das VVM zwischen den oberen und unteren Substraten vorkommt und an mindestens den oberen und unteren Elektroden und möglicherweise an einem oder mehreren der oberen und unteren Substrate inhärent haftet.

**[0020]** Die Schaltung kann in einer Vorrichtung bereitgestellt werden oder auch nicht. So ist beispielsweise die Vorrichtung in einer Ausführungsform eine Telekommunikationseinrichtung, wie beispielsweise ein RJ-45- oder RJ-11-Verbinder. In einer anderen Ausführungsform ist die Einrichtung ein Eingabe-/Ausgabe-verbinder, wie beispielsweise ein Deutsches Institut für Normung e. V. ("DIN") Verbinder oder ein Bandkabelverbinder. In jeder dieser Vorrichtungen schützt das VVM ein oder mehrere Signalleitungen durch Verbinden der Signalleitung mit einer Erdleitung oder einem Schild vor Spannungsstoßspitzen.

**[0021]** In einer Ausführungsform umfasst ein Verbinder vom RJ-Typ mehrere Signalleitungen. Der Verbinder umfasst darüber hinaus ein geerdetes leitendes Schild. Das Schild wird ausgeschnitten oder gestempelt, um mindestens eine Zunge/Lasche (tab) zu erhalten, die abwärts in Richtung des Leiters vorgespannt ist. In einer Ausführungsform legt das Schild für jeden Leiter eine getrennte Lasche fest. Der Verbinder umfasst ein Gehäuse, das die Laschen auf die Leiter drückt. Das VVM wird zwischen den Schildlaschen und den Leitern aufgebracht, um Überspannungsschutz für den RJ-Verbinder bereitzustellen. In einer Ausführungsform ist das VVM das vorstehend aufgeführte inhärent haftende VVM, wobei jedoch ein bekanntes VVM, das in einer Vorrichtung bereitgestellt wird, ebenfalls verwendet werden könnte. In einer anderen Ausführungsform wird zwi-

schen dem VVM und einem der Leiter und der Schildlasche ein Kondensator angeordnet, um hohe Gleichstrom-(DC)-Spannungen zu blockieren, wie beispielsweise solche, die während einer Hochspannungs-[HI-POT]Püfung angelegt werden.

**[0022]** Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, ein inhärent haftendes VVM bereitzustellen.

**[0023]** Ein anderer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein VVM bereitzustellen, das nicht in einer getrennten Vorrichtung untergebracht werden muss.

**[0024]** Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin ein VVM bereitzustellen, das selbsthärtend ist.

**[0025]** Ein noch weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein VVM bereit zu stellen, das unmittelbar an einer Leiterplatte haftet, ohne die Notwendigkeit getrennte elektrische Pads auf dem Substrat, auf dem das VVM angebracht ist, bereitzustellen.

**[0026]** Ein noch weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung eines VVM, das unmittelbar an ein Polymer oder Kunststoff haftet.

**[0027]** Ein anderer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht in dem unmittelbaren Auftragen eines VVM auf ein Substrat, worin das Substrat in einer elektrischen Vorrichtung bereitgestellt ist, wie beispielsweise in einem Ausrüstungsgegenstand oder einem Zwischenstück.

**[0028]** Ein noch weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung von Zwischenstücken des RJ-Typs mit Überspannungsschutz.

**[0029]** Darüber hinaus besteht ein Vorteil der vorliegenden Erfindung in der Bereitstellung von Eingabe-/Ausgabe Zwischenstücken mit Überspannungsschutz.

**[0030]** Ein noch weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung eines Geräts, um elektrisch einen VVM (und alternativ einen zusätzlichen Kondensator) mit mehreren verschiedenen Signalleitungen in einem Zwischenstück des RJ-Typs zu verbinden.

**[0031]** Darüber hinaus besteht ein Vorteil der vorliegenden Erfindung in einem geringeren Kostenaufwand, da kein Gehäuse benötigt wird, und in fertig hergestelltem Schutzmaterial für den Schaltkreis, das aufgrund der Verringerung von störender Impe-

danz zu einer verbesserten elektrischen Leistungsfähigkeit führen kann.

[0032] Weitere Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden in der nachstehend aufgeführten ausführlichen Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen und den Zeichnungen beschrieben und daraus ersichtlich sein.

[0033] [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Ansicht einer gewöhnlichen Wellenform eines elektrischen Überlastungs-Ausgleichvorgangs.

[0034] [Fig. 2](#) zeigt eine schematische Ansicht von bestimmten möglichen Bestandteilen für das spannungsvariable Material ("VVM").

[0035] [Fig. 3](#) zeigt eine abschnittsweise schematische Ansicht eines leitenden Teilchens vom Kern- und Schalen-Typ.

[0036] [Fig. 4](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines starren gedruckten Schaltkreisbrett ("PCB") Substrats, das eine kreisförmige Anordnung für das im Wesentlichen haftende VVM zeigt.

[0037] [Fig. 5](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines flexiblen Substrats mit dem im Wesentlichen haftenden VVM.

[0038] [Fig. 6](#) zeigt eine abschnittsweise erhöhte Ansicht, die drei zusätzliche Schaltkreisanordnungen für das im Wesentlichen haftende VVM zeigt.

[0039] [Fig. 7](#) zeigt eine abschnittsweise erhöhte Ansicht, die zwei Schaltkreisanordnungen vom "Z" Richtungstyp für das im Wesentlichen haftende VVM zeigt.

[0040] [Fig. 8](#) zeigt eine abschnittsweise erhöhte Ansicht, die noch eine weitere Schaltkreisanordnung für das im Wesentlichen haftende VVM zeigt.

[0041] [Fig. 9](#) zeigt eine abschnittsweise erhöhte Ansicht, die die in ein vielschichtiges PCB laminierte Schaltkreisanordnungen der [Fig. 4](#) bis [Fig. 7](#) zeigt.

[0042] [Fig. 10](#) zeigt eine abschnittsweise erhöhte Ansicht, die die mit einer Schutzschicht bedeckte Schaltkreisanordnungen der [Fig. 4](#) bis [Fig. 7](#) zeigt.

[0043] [Fig. 11](#) zeigt eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines DIN Zwischenstücks mit dem unmittelbar aufgetragenen VVM.

[0044] [Fig. 12](#) zeigt eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines Bandkabel Zwischenstücks mit dem unmittelbar aufgetragenen VVM.

[0045] [Fig. 13](#) zeigt eine perspektivische Schnittan-

sicht einer Ausführungsform eines Daten/Telekommunikation Zwischenstücks vom RJ-Typ mit dem unmittelbar aufgetragenen VVM.

[0046] [Fig. 14](#) zeigt eine perspektivische Schnittansicht mehrerer Signalleiter und eine Abschirmung einer Ausführungsform eines Daten/Telekommunikation Zwischenstücks vom RJ-Typ mit dem unmittelbar aufgetragenen VVM.

[0047] [Fig. 15](#) zeigt eine seitlich erhöhte Ansicht eines Signalleiters, eines Schutzes und eines Kondensators einer Ausführungsform eines Daten/Telekommunikation Zwischenstücks vom RJ-Typ mit dem unmittelbar aufgetragenen VVM.

[0048] Unter Bezug auf [Fig. 2](#) beinhaltet ein spannungsvariables Material ("VVM") **100** einen isolierenden Binder **50**. Der Binder **50** sichert eines oder mehrere oder alle Teilchen eines bestimmten unterschiedlichen Typs, wie isolierende Teilchen **60**, halbleitende Teilchen **70**, dotierte halbleitende Teilchen **80**, leitende Teilchen **90** und zahlreiche Kombinationen davon. Der isolierende Binder **50** weist im Wesentlichen haftende Eigenschaften auf und ist selbst haftend auf Oberflächen, wie einer leitenden, metallischen Oberfläche oder einer nicht-leitenden, isolierenden Oberfläche. Der isolierende Binder **50** weist eine Eigenschaft des Selbst-Aushärtens derart auf, dass das VVM-**100** auf einen Schaltkreis oder Anwendung aufgetragen werden kann und anschließend verwendet werden kann ohne das VVM-**100** und den isolierenden Binder **50** zu erhitzen oder anderweitig auszuhärten. Es sollte jedoch klar sein, dass der Schaltkreis oder die Anwendung, die das VVM-**100** und den Binder **50** verwenden, zum Beschleunigen des Aushärtvorgangs erhitzt oder ausgehärtet werden können.

[0049] Der isolierende Binder **50** des VVM-**100** beinhaltet ein Polymer oder thermoplastisches Harz, wie einen Polyester, das in Carbitolacetat gelöst ist. In einer Ausführungsform weist das Polyester Harz eine Glas Übergangstemperatur im Bereich von 6°C bis 80°C und ein Molekulargewicht zwischen 15.000 und 23.000 atomaren Masseeinheiten ("AMU's") auf. Das Lösemittel zum Lösen des Polymers ist Diethylenglycol-monoethyletheracetat, das allgemein als "Carbitolacetat" bezeichnet wird. Zu dem isolierenden Binder **50** wird ein Verdickungsmittel hinzugegeben, das die Viskosität des isolierenden Binders **50** erhöht. Beispielsweise kann das Verdickungsmittel Siliziumstaub sein, wie es beispielsweise unter dem Handelsnamen Cab-o-Sil TS-720 gefunden wird.

[0050] Der isolierende Binder **50** weist in einer Ausführungsform eine hohe dielektrische Durchschlagstärke, eine hohe elektrische Widerstandsfähigkeit und hohe Kriechstromfestigkeit auf. Der isolierende Binder **50** stellt einen ausreichenden Abstand zwi-

schen den Teilchen der anderen möglichen Bestandteile des VVM-100 bereit und hält ihn aufrecht, wie den leitenden Teilchen **90**, den isolierenden Teilchen **60**, den halbleitenden Teilchen **70** und den dotierten halbleitenden Teilchen **80**. Der Abstand zwischen den Teilchen stellt einen hohen Widerstand bereit. Die Leitfähigkeit und dielektrische Stärke des isolierenden Binders **50** beeinflusst auch den hohen Widerstandszustand. In einer Ausführungsform weist der isolierende Binder **50** einen Volumenwiderstand von mindestens  $10^9 \text{ Ohm-cm}$  auf. Es ist möglich verschiedene Polymere in den Binder **50** zu mischen und diese zu vernetzen.

**[0051]** In einer Ausführungsform werden isolierende Teilchen **60** in dem Binder **50** des VVM-100 dispergiert. In einer Ausführungsform weisen die isolierenden Teilchen **60** eine durchschnittliche Teilchengröße in einem Bereich von ungefähr 20 bis ungefähr 100 nm und eine Gesamtleitfähigkeit von weniger als  $10^{-6} (\text{ohm-cm})^{-1}$  auf. In einer Ausführungsform weisen die isolierenden Teilchen **60** eine durchschnittliche Teilchengröße in einem Bereich von ungefähr 5 bis ungefähr 20 nm auf.

**[0052]** Der Siliziumstaub des Binders **50**, wie unter dem Handelsnamen Cab-o-Sil TS-720 erhältlich, besteht aus isolierenden Teilchen **60**. Allerdings können andere isolierende Teilchen zusätzlich zu dem Siliziumstaub verwendet werden. Beispielsweise Glaskugeln Calciumcarbonat, Calciumsulfat, Bariumsulfat, Aluminiumtrihydrat, Kaolin und Kaolinit, ultra-hochdichtes Polyethylen (UHDPE) und Metalloxide wie beispielsweise Titandioxid können auch als ein isolierendes Teilchen **60** in der vorliegenden Erfindung verwendet werden. Beispielsweise stellt Titandioxid, das eine durchschnittliche Teilchengröße von ungefähr 30 bis 40 nm aufweist und von Nanophase Technologies hergestellt wird, ein geeignetes isolierendes Teilchen **60** dar.

**[0053]** Die isolierenden Teilchen **60** können auch Oxide von Eisen, Aluminium, Zink, Titan, Kupfer und Ton enthalten, beispielsweise wie eines von Nanocor, Inc. hergestelltes vom Montmorillonit-Typ. In einer Ausführungsform liegen isolierende Teilchen zusätzlich zu dem Siliziumstaub, sofern es in dem VVM-100 verwendet wird, von ungefähr einem bis fünfzehn Gewichtsprozent des VVM-100 vor.

**[0054]** In einer Ausführungsform werden halbleitende Teilchen **70** in den Binder **50** des VVM-100 dispergiert. Die halbleitenden Teilchen **70** weisen in einer Ausführungsform eine durchschnittliche Teilchengröße von weniger als 5 Mikrometer und Gesamtleitfähigkeiten in dem Bereich von 10 bis  $10^{-6} (\text{Ohm-cm})^{-1}$  auf. Um die die Packungsdichte der Teilchen zu maximieren und optimale Klemmspannungen und Schaltmerkmale zu erhalten, liegt die durchschnittliche Teilchengröße der halbleitenden Teilchen **70** in

einer bevorzugten Ausführungsform in einem Bereich von ungefähr 3 bis ungefähr 5 Mikrometer oder noch weniger als 1 Mikrometer. Halbleitende Teilchengrößen in einem Bereich hinunter bis zum 100 Nanometer Bereich und weniger sind auch zur Verwendung in der vorliegenden Erfindung geeignet.

**[0055]** Das Material der halbleitenden Teilchen **70** beinhaltet in einer Ausführungsform Siliziumcarbid. Das halbleitende Teilchen-Material kann auch Oxide von Wismut, Kupfer, Zink, Calcium, Vanadium, Eisen, Magnesium, Calcium und Titan; Carbide von Silizium, Aluminium, Chrom, Titan, Molybdän, Beryllium, Bor, Wolfram, und Vanadium; Sulfide von Cadmium, Zink, Blei, Molybdän und Silber; Nitride wie beispielsweise Bornitrid, Silicennitrid und Aluminiumnitrid; Bariumtitanat und Eisentitanat; Sulfide von Molybdän und Chrom; Boride von Chrom, Molybdän, Niob und Wolfram enthalten.

**[0056]** In einer Ausführungsform enthalten die halbleitenden Teilchen **70** beispielsweise von Agsco hergestelltes Siliziumcarbid, das vom #1200 Grit sein kann und eine durchschnittliche Teilchengröße von ungefähr 3 Mikrometer aufweist. Das Siliziumcarbid kann aber auch von Norton hergestellt sein, einen #10.000 Grit und eine durchschnittliche Teilchengröße von ungefähr 0,3 Mikrometer aufweisen. In einer anderen Ausführungsform enthalten die halbleitenden Teilchen **70** Siliziumcarbid und/oder zumindest eine anderes Material einschließlich: Bariumtitanat, Bornitrid, Borphosphid, Cadmiumphosphid, Cadmiumsulfid, Galliumnitrid, Galliumphosphid, Germanium, Indiumphosphid, Magnesiumoxid, Silizium, Zinkoxid, und Zinksulfid.

**[0057]** In einer Ausführungsform sind dotierte halbleitende Teilchen **80** in den Binder **50** des VVM-100 dispergiert. Die Zugabe von bestimmten Fremdstoffen (Dotierstoffe) beeinflusst die elektrische Leitfähigkeit eines Halbleiters. Der Fremdstoff oder das Material, der/das zum Dotieren des Halbleitermaterials verwendet wird, kann entweder ein Elektronendonator oder Elektronenakzeptor sein. In jedem Fall besetzt der Fremdstoff das Energieniveau innerhalb der Energiebandlücke eines ansonsten reinen Halbleiters. Durch Erhöhen oder Erniedrigen der Fremdstoff-Konzentration in einem dotierten Halbleiter wird die elektrische Leitfähigkeit des Materials verändert. Die elektrische Leitfähigkeit eines reinen Halbleiters kann durch Erhöhen der Konzentration an Leitungselektronen nach oben (bis in den Bereich eines Halbmetalls oder Metalls), oder kann durch Erniedrigen der Konzentration an Leitungselektronen nach unten (bis in den Bereich eines Isolators) ausgedehnt werden.

**[0058]** In einer Ausführungsform sind die halbleitenden Teilchen **70** und dotierten halbleitenden Teilchen **80** in den isolierenden Binder **50** des VVM-100 mittels gewöhnlicher Mischmethoden gemischt. In einer

anderen Ausführungsform sind zahlreiche verschiedene dotierte halbleitende Teilchen **80**, die zu unterschiedlichen elektrischen Leitfähigkeiten dotiert wurden, in den isolierenden Binder **50** des VVM-**100** dispergiert. Jede dieser Ausführungsform kann auch isolierende Teilchen **60** enthalten.

**[0059]** In einer Ausführungsform verwendet das VVM-**100** ein halbleitendes Teilchen, das mit einem Material dotiert ist, um es elektrisch leitfähig zu machen. Die dotierten halbleitenden Teilchen **80** können aus irgendeinem gewöhnlichen Halbleitermaterial bestehen, einschließlich: Bornitrid, Borphosphid, Cadmiumphosphid, Cadmiumsulfid, Galliumnitrid, Galliumphosphid, Germanium, Indiumphosphid, Silizium, Siliziumcarbid, Zinkoxid, Zinksulfid ebenso wie elektrisch leitfähige Polymere wie beispielsweise Polypyrrol oder Polyanilin. Diese Materialien sind mit geeigneten Elektronendonoren wie beispielsweise Phosphor, Arsen oder Antimon oder Elektronenakzeptoren wie Eisen, Aluminium, Bor oder Gallium dotiert, um das gewünschte Niveau an elektrischer Leitfähigkeit zu erhalten.

**[0060]** In einer Ausführungsform enthalten die halbleitenden Teilchen **80** ein mit Aluminium (ungefähr 0,5% Gewichtsprozent des dotierten halbleitenden Teilchens **80**) dotiertes Siliziumpulver, um es elektrisch leitfähig zu machen. Ein derartiges Material wird von Atlantic Equipment Engineers unter dem Handelsnamen Si-100-F vermarktet. In einer anderen Ausführungsform enthalten die dotierten halbleitenden Teilchen ein mit Antimon dotiertes Zinnoxid, das unter dem Handelsnamen Zelec 3010-XC vermarktet wird.

**[0061]** In einer Ausführungsform weisen die dotierten halbleitenden Teilchen **80** des VVM-**100** eine durchschnittliche Teilchengröße von weniger als 10 Mikrometer auf. Um die Packungsdichte der Teilchen zu maximieren und optimale Klemmspannungen und Schaltmerkmale zu erhalten, liegt die durchschnittliche Teilchengröße der halbleitenden Teilchen allerdings in einem Bereich von ungefähr 1 bis ungefähr 5 Mikrometer oder unter 1 Mikrometer.

**[0062]** Jedes der isolierenden Teilchen **60**, halbleitenden Teilchen **70** und dotierten halbleitenden Teilchen **80** sind fakultativ in dem Binder **50** des VVM-**100** dispergiert. Der Siliziumstaub, oder Cab-o-Sil, des Binders **50** ist ein isolierendes Teilchen **60**. In einer bevorzugten Ausführungsform enthält das VVM-**100** leitende Teilchen **90**. Die leitenden Teilchen **90** weisen in einer Ausführungsform Gesamtleitfähigkeiten von über  $10 \text{ (Ohm-cm)}^{-1}$  und insbesondere über  $100 \text{ (Ohm-cm)}^{-1}$  auf. Es ist allerdings möglich, dass durch Verwendung dotierter halbleitender Teilchen, das VVM-**100** keine leitende Teilchen **90** enthält.

**[0063]** Die leitenden Teilchen **90** weisen in einer Ausführungsform eine maximale durchschnittliche Teilchengröße von unter 60 Mikrometer auf. In einer Ausführungsform weisen fünfundneunzig Prozent der leitenden Teilchen **90** Durchmesser von nicht größer als 20 Mikrometer auf. In einer anderen Ausführungsform weisen einhundert Prozent der leitenden Teilchen **90** einen geringeren Durchmesser als 10 Mikrometer auf. In einer weiteren Ausführungsform werden leitende Teilchen **90** mit durchschnittlichen Teilchengrößen im Submikrometerbereich, beispielsweise ein Mikrometer bis zu Nanometern hinunter, verwendet.

**[0064]** Geeignete Materialien für die leitenden Teilchen **90** des VVM-**100** schließen Aluminium, Messing, schwarzen Kohlenstoff, Kupfer, Graphit, Gold, Eisen, Nickel, Silber, rostfreien Stahl, Zinn, Zink, und Legierungen davon ebenso wie andere Metalllegierungen ein. Zusätzlich können auch im Wesentlichen leitende Polymerpulver, wie beispielsweise Polypyrrol oder Polyanilin, verwendet werden, solange sie stabile elektrische Eigenschaften aufweisen.

**[0065]** In einer Ausführungsform enthalten die leitenden Teilchen **90** Nickel, das von Atlantic Equipment Engineering hergestellt und unter dem Handelsnamen Ni-120 vermarktet wird, das eine durchschnittliche Teilchengröße in dem Bereich von 10–30 Mikrometer aufweist. In einer anderen Ausführungsform enthalten die leitenden Teilchen **90** Aluminium und weisen eine durchschnittliche Teilchengröße im Bereich von 1 bis 30 Mikrometer auf.

**[0066]** Unter Bezug auf [Fig. 3](#) enthalten die leitenden Teilchen in einer Ausführungsform einen inneren Kern **92**, der von einer äußeren Schale **94** umgeben ist. Der Kern **92** und die Schale **94** der Teilchen **90** weisen unterschiedliche elektrische Leitfähigkeiten auf. In einer Ausführungsform sind die Kern und die Schalen Teilchen **90** im Wesentlichen von kugelförmiger Gestalt und reichen von ungefähr 25 bis ungefähr 50 Mikrometer.

**[0067]** In einer Ausführungsform enthält der innere Kern **92** des leitenden Teilchen **90** ein elektrisch isolierendes Material, wobei die äußere Schale **94** eines der nachstehend aufgeführten Materialien enthält: (i) einen Leiter; (ii) einen dotierten Halbleiter; oder (iii) einen Halbleiter. In einer anderen Ausführungsform enthält der innere Kern **92** des leitenden Teilchen **90** ein halbleitendes Material, wobei die äußere Schale **94** eines der nachstehend aufgeführten Materialien enthält: (i) einen Leiter; (ii) einen dotierten Halbleiter; oder (iii) einen Halbleiter, verschieden von dem halbleitenden Material des inneren Kerns. In einer weiteren Ausführungsform enthält der innere Kern **92** ein leitendes Material, wobei die äußere Schale **94** aus einem der nachstehend aufgeführten Materialien besteht: (i) ein isolierendes Material; (ii) einen Halblei-

ter; oder (iii) einen dotierten Halbleiter, verschieden von dem leitenden Material des inneren Kerns.

**[0068]** Zur Verwendung in den leitenden Kern-Schale Teilchen **90** geeignete leitende Materialien enthalten die nachstehend aufgeführten Metalle und Legierungen davon: Aluminium, Kupfer, Gold, Nickel, Palladium, Platin, Silber, Titan und Zink. Schwarzer Kohlenstoff kann auch als leitendes Material in dem VVM-**100** verwendet werden. Die vorstehend beschriebenen isolierenden Materialien **60**, halbleitenden Teilchen **70** und dotierten halbleitenden Teilchen **80** können mit den leitenden Kern-Schale Teilchen **90** in dem Binder **50** des erfindungsgemäßen VVM-**100** vermischt werden.

**[0069]** In einer bevorzugten Ausführungsform enthalten die Kern-Schale Teilchen **90** einen Aluminium-Kern **92** und eine Aluminiumoxid-Schale **94**. Die Teilchen **90** mit dem Aluminium-Kern **92** und der Aluminiumoxid-Schale **94** können anschließend in dem im Wesentlichen haftenden Binder bereitgestellt werden und weisen reines Silizium ohne zusätzliche isolierende Teilchen **60**, halbleitende Teilchen **70** oder dotierte halbleitende Teilchen **80** auf.

**[0070]** In einer anderen Ausführungsform enthalten die Kern-Schale Teilchen **90** einen Titandioxid (Isolator) Kern **92** und eine mit Antimon dotierte Zinnoxid (dotierter Halbleiter) Schale **94**.

**[0071]** Diese letzteren Teilchen werden unter dem Handelsnamen Zelec 1410-T vermarktet. Ein anderes geeignetes Kern-Schale Teilchen **90** wird unter dem Handelsnamen Zelec 1610-S vermarktet und enthält einen hohlen Silizium (Isolator) Kern **92** und eine mit Antimon dotierte Zinnoxid (dotierter Halbleiter) Schale **94**.

**[0072]** Teilchen mit einem Flugasche (Isolator) Kern **92** und einer Nickel (Leiter) Schale **94** und Teilchen mit einem Nickel (Isolator) Kern **92** und einer Silber (Leiter) Schale **94** werden von Novamet vermarktet und sind auch zur Verwendung in der vorliegenden Erfindung geeignet. Eine andere geeignete Alternative wird unter dem Handelsnamen Vistamer Ti-9115 von Composite Particles, Inc. aus Allentown, PA vermarktet. Diese leitenden Kern-Schale Teilchen weisen eine isolierende Schale **92** aus ultrahochdichtem Polyethylen (UHDPE) und ein leitendes Kern **94** Material aus Titancarbid (TiC) auf. Auch Teilchen **90** mit einem schwarzen Kohlenstoff (Leiter) Kern **92** und einer Polyanilin (dotierter Halbleiter) Schale **94**, die von der Martek Corporation unter dem Handelsnamen Eonyx F-40-10DG vermarktet werden, können in dem VVM-**100** verwendet werden.

**[0073]** In einer Ausführungsform des VVM-**100** besteht der im Wesentlichen haftende isolierende Binder **50** aus ungefähr 20 bis ungefähr 60 und insbe-

sondere aus ungefähr 25 bis ungefähr 50 Gewichtsprozent der gesamten Verbindung. Die leitenden Teilchen **90** bestehen in einer Ausführungsform von ungefähr 5 bis ungefähr 80 und insbesondere von ungefähr 50 bis ungefähr 70 Gewichtsprozent der gesamten Verbindung. Diese Bereiche finden Anwendung, unabhängig davon, ob der VVM-**100** zusätzliche isolierende Teilchen **60**, halbleitende Teilchen **70** und/oder dotierte halbleitende Teilchen **80** enthält oder nicht. Falls die halbleitenden Teilchen **70** vorliegen, bestehen sie von ungefähr 2 bis ungefähr 60 und insbesondere von ungefähr 2 bis ungefähr 10 Gewichtsprozent der gesamten Verbindung.

**[0074]** In einer anderen Ausführungsform des VVM-**100** besteht der im Wesentlichen haftende isolierende Binder **50** aus ungefähr 30 bis ungefähr 65 und insbesondere aus ungefähr 35 bis ungefähr 50 Volumenprozent der gesamten Verbindung. Die dotierten halbleitenden Teilchen **80** bestehen von ungefähr 10 bis ungefähr 60 und insbesondere von ungefähr 15 bis ungefähr 50 Volumenprozent der gesamten Verbindung. Die halbleitenden Teilchen **70** bestehen von ungefähr 5 bis ungefähr 45 und insbesondere von ungefähr 10 bis ungefähr 40 Volumenprozent der gesamten Verbindung. Die isolierenden Teilchen **60** bestehen von ungefähr 1 bis ungefähr 15 und insbesondere von ungefähr 2 bis ungefähr 10 Volumenprozent der gesamten Verbindung.

**[0075]** Die Schaltmerkmale des VVM-**100** werden von der Beschaffenheit der isolierenden, halbleitenden, dotierten halbleitenden und leitenden Teilchen, den Teilchengrößen und Größenverteilung und dem Abstand zwischen den Teilchen festgelegt. Der Abstand zwischen den Teilchen hängt von der prozentualen Belastung der isolierenden, halbleitenden, dotiert halbleitenden und leitenden Teilchen und deren Größe und Größenverteilung ab. In den erfindungsgemäßen Zusammensetzungen ist der Abstand zwischen den Teilchen im Allgemeinen größer als 100 nm.

**[0076]** Durch die Verwendung des VVM-**100**, das den im Wesentlichen haftenden isolierenden Binder **50** und die anderen vorstehend beschriebenen Teilchen verwendet, können Zusammensetzungen im Allgemeinen maßgeschneidert werden, um einen Klemmspannungsbereich von ungefähr 30 Volt bis über 2.000 Volt bereitzustellen. Manche erfindungsgemäße Ausführungsformen zum Niveauschutz eines Schaltkreisbretts weisen Klemmspannungen in einem Bereich von 100 bis 200 Volt, bevorzugt weniger als 100 Volt, noch bevorzugter weniger als 50 Volt auf und weisen insbesondere Klemmspannungen in einem Bereich von ungefähr 25 bis ungefähr 50 Volt auf.

**[0077]** Das VVM-**100** mit dem Wesentlichen haftenden isolierenden Binder **50** kann selbst-härtend oder

selbst-gesichert an leitende und isolierende Materialien vorliegen. Der isolierende Binder **50** haftet und härtet sich an irgendeinen Typ eines elektrischen Leiters, Spule, Elektrode, Stift, Spur usw: Der isolierende Binder **50** haftet und härtet sich an irgendeinen Typ eines isolierenden Materials, Laminat oder Substrat. Beispielsweise haftet und härtet sich der isolierende Binder **50** an irgendeinen Typ eines gedruckten Schaltkreisbrett-Materials, flexiblen Schaltkreis-Materials, Polymers, Glas oder Keramik.

**[0078]** In einer Ausführungsform haftet und härtet sich der isolierende Binder **50** des VVM-100 an ein bekanntes FR-4 Laminat. Das FR-4 Laminat enthält für gewöhnlich ein gewobenes oder nicht-gewobenes Gewebe mit Maschen oder ist durchbrochen. Der Binder **50** des VVM-100 kann sich auch an eine FR-4 Schicht eines vielschichtigen PCB haften. In einer anderen Ausführungsform haftet und härtet sich der isolierende Binder **50** des VVM-100 an ein Polyimid Material. Ein Typ eines Polyimid Materials an das sich der isolierende Binder **50** im Wesentlichen anhaftet wird von der Dupont Corporation hergestellt und trägt die Bezeichnung "Kapton". Es gibt drei Varianten des Kapton® Materials. Ein Kapton® Material enthält eine haftende Acrylbase, ist allerdings kein Flammschutzmittel. Ein anderes Kapton® Material enthält eine haftende Acrylbase und ist ein Flammschutzmittel. Ein drittes Kapton® Material ist nicht-haftend. Der isolierende Binder **50** des VVM-100 kann sich an jede der Varianten anhaften und aushärten.

**[0079]** Der isolierende Binder **50** des VVM-100 kann sich weiter an ein starr-flexibles Material anhaften. Wie seine Bezeichnung impliziert, ist das starr-flexible Material eine Zusammensetzung von zwei unterschiedlichen Materialien, eines flexiblen (wie beispielsweise Pyralux) und eines anderen, das starr (FR-4) ist. Dieser Materialtyp ist insbesondere für irgendeine Anwendung nützlich, die eine Verbindung zu beweglichen oder biegbaren Teilen und auch eine stabile Plattform für Bestandteile erfordert.

**[0080]** Unter Bezug auf [Fig. 4](#) wird eine mögliche Anordnung **115** für das im Wesentlichen haftende VVM-100 gezeigt. Die Anordnung **115** tritt in diesem Beispiel auf dem Substrat **110** auf, das ein starres PCB ist. Mehrere andere elektrische Vorrichtungen **113** werden gezeigt, was zeigt, dass das VVM-100 offen und freigelegt ist, falls das PCB Substrat **110** in einer endgültigen Gestaltung vorliegt. Die elektrischen Vorrichtungen **113** umfassen irgendeinen Typ einer elektrischen Vorrichtung, die im Allgemeinen an einen PCB angeschlossen ist, und umfassen beide, Durchgangsloch und Oberflächen-Befestigte Vorrichtungen. Die elektrischen Vorrichtungen **113** enthalten irgendwelche elektrische Bestandteile, wie beispielsweise einen Widerstand oder Kondensator. Die elektrischen Vorrichtungen **113** enthalten auch irgendeinen Typ eines integrierten Schaltkreises, Zwischen-

stück, Filter, usw.

**[0081]** Die Anordnung **115** befindet sich nahe bei den anderen elektrischen Bestandteilen **113** auf dem PCB Substrat **110**. Die Anordnung **115** wird mit zwei Elektroden **117** und **119** gezeigt, die jeweils an dem PCB Substrat **110** mittels irgendeines Verfahrens befestigt sind, das dem Fachmann bekannt ist. Obgleich zwei Elektroden **117** und **119** gezeigt werden, kann die Anordnung **115** irgendeine Anzahl an Elektroden aufweisen. In der Anordnung **115** haftet im Wesentlichen der Großteil des VVM-100 an den Elektroden **117** und **119** und an dem Substrat **110**. Eine Lücke liegt zwischen den Elektroden **117** und **119** vor, die als Phantom in dieser perspektivischen Ansicht gezeigt wird, da sie vom Großteil des VVM-100 verdeckt wird. Die Breite der Lücke beträgt in einer Ausführungsform ungefähr 2 Milli-Inch (0,05 mm), wobei allerdings breitere oder schmalere Lücken verwendet werden können. Die Elektroden **117** und **119** sind im Allgemeinen nicht miteinander elektrisch verbunden. Bei einem EOS Übergangsereignis schaltet das VVM-100 vom einem Zustand hoher Impedanz zu einem mit niedriger Impedanz, wobei ein Übergangsspitze in diesem Fall von der Elektrode **117** durch das VVM-100 zu der Elektrode **119** verschiebt, die, wie gezeigt, mit einer Schutzerde oder dem Erdboden verbunden ist.

**[0082]** Zur Annehmlichkeit schließt die Elektrode **117**, wie gezeigt, mit einem Fragmentende ab. Es sollte klar sein, dass die Elektrode **117** zu jedem Typ einer elektrischen Vorrichtung führen kann. In einer Ausführungsform ist die Elektrode **117** eine Spur auf dem PCB, die ein Signal, beispielsweise von einer Telekommunikations-Übertragung, trägt. In diesem Fall kann die Elektrode zu einem Zwischenstück führen, das eine Telekom-Eingabeleitung aufnimmt, oder zu irgendeinem Typ eines Transceivers.

**[0083]** Unter Bezugnahme nun auf [Fig. 5](#) ist eine "Z"-Richtungs-Anordnung auf einem Substrat **110** gezeigt, welches in einer Ausführungsform ein mehrschichtiger, flexibler Band- oder Schaltkreis ist. Das flexible Substrat **110** beinhaltet mehrere flexible Schichten **111** und **112**. Wie vorstehend beschrieben kann das flexible Substrat **110** Schichten **112** und **112** beinhalten, die aus Polyimid bestehen. So können beispielsweise die Schichten **111** und **112** Kapton® sein. In einer anderen Ausführungsform ist/sind eine oder beide der Schichten **111** und **112** Mylar-Schichten. Ein Abschnitt der Schicht **112** des Substrats **110** ist entfernt, um eine Reihe von Signalleitungen **116** sowie eine Erdungsleitung **118** zu zeigen. Sobald die Leitungen **116** und die Erdungsleitung **118** exponiert ist, kann das Selbstbindemittel VVM-100 mit dem selbsthärtenden Binder **50** über jede der Leitungen **116** aufgebracht werden.

**[0084]** Wie gezeigt ist jede der Leitungen **116** und

die Erdungsleitung **118** durch eine Lücke getrennt, so dass die Leitungen miteinander nicht in normaler elektrischer Verbindung stehen. In einer Ausführungsform liegt die Erdungsleitung (zweckmäßigerweise ist nur ein Bereich gezeigt) auf dem VVM-**100**. Die Lücke ist daher in der "Z"-Richtung wobei die Lücken zwischen den Leitungen **116** in einer XY-Ebene liegen. Die Dicke der VVM-Schicht ist geringer als der Abstand zwischen den Signalleitungen **116**. Ein EOS-Übergang wird daher von einer der Leitungen **116** zur Erdung **118** anstelle zu einer anderen Leitung **116** springen. In einer anderen Ausführungsform kann eine separate Erdungsleitung **118** neben jeder Signalleitung angeordnet werden, so dass der Übergang von einer Signalleitung **116** zu einer Erdungsleitung **118** springt. In jedem Fall ermöglicht die Schicht des VVM-**100** dass die Signalleitungen **116**, die einer Überspannung unterliegen, diese zu einer Erdungsleitung **118** führen.

[0085] Wie in der festen PCB-Anwendung von [Fig. 4](#) sind die Leitungen oder Elektroden **116** (und **118**) an einer Oberfläche eines Substrats befestigt. Hier sind die Leitungen **116** an eine innere Oberfläche **114** der flexiblen Schicht **111** über jede dem Fachmann bekannte Art und Weise befestigt. In der "Z"-Richtungs-Ausführungsform befinden sich die Erdleitung oben auf der Schicht des VVM-**100**. Die Leitungen **116** und die Erdleitung **118** sind darüber hinaus komprimiert und durch mehrere Schichten **111** und **112** an der Stelle gehalten. Es ist jedoch möglich, dass die VVM-**100** auf der Außenseite einer der flexiblen Schichten **111** und **112** exponiert ist. Die Menge an VVM-**100** bedeckt jede der Leitungen **116**, wie gezeigt, und haftet darüber hinaus intrinsisch an die innere Oberfläche **114** der Schicht **111**. Die Schicht des VVM-**100** härtet an den mehreren Leitungen **116** und der inneren Oberfläche **114** der Schicht **111** selbst ohne das Erfordernis nach einem weiteren Hartungs- oder Erhitzungs-Schritt.

[0086] In einer alternativen Ausführungsform kann die Schicht des VVM-**100** jedoch durch Erhitzen der flexiblen Schaltung für eine bestimmte Zeitspanne schnell gehärtet werden. Der bevorstehend beschriebene Binder **50** härtet derart, dass die Menge an VVM-**100** auch dann nicht bricht oder splittert, wenn das flexible Substrat **110** gebogen oder bewegt wird. Darüber hinaus werden die exponierten Bereiche der inneren Oberfläche **114** und der Erdungsleitung **118** in einer bevorzugten Ausführungsform zur elektrischen Isolierung beschichtet. In einer Ausführungsform ist das VVM-**100** und die Leitungen **116** und die Erdleitung **118** mit einer Silbertinten-Beschichtung bedeckt. Das VVM kann in einer Ausführungsform die gesamte Oberfläche der Leitungen **116** und der Erdleitung **118** bedecken, um die Zerstreuungseigenschaft des VVM-**100** zu verbessern. In einer weiteren alternativen Ausführungsform kann eine isolierende Zwischenschicht, wie eine trockene Folien-Foto-

bild-Schutzschicht, eine Sprühflüssigkeit-Fotobildschutzschicht oder eine Gesamtheits-("glob-top")-Schicht zwischen den Signalleitungen **116** und der inneren Oberfläche **114** der äußeren isolierenden (beispielsweise Kunststoff-)Schicht angeordnet werden.

[0087] In [Fig. 6](#) sind drei alternative Anwendungen **120**, **125** und **130** für das VVM-**100** gezeigt. Jede Anwendung **120**, **125** und **130** ist in einer vereinfachten Form mit lediglich zwei Leitungen gezeigt. Es sollte jedoch klar sein, dass jede der hier offenbarten Anwendungen eine Vielzahl von Leitungen, wie in [Fig. 5](#), elektrisch verbinden und schützen kann. Es sollte auch klar sein, obwohl nicht gezeigt, dass eine der Leitungen eine Erdung- oder Schutzleitung ist oder ein anderer Typ Leitung mit einem geringen Erdungs-Impedanz-Weg, während mindestens eine andere Leitung eine Signal- oder Linienleitung ist, wobei das VVM-**100** eine transiente Überspannung von der Leitung oder Signalleitung zu der Erdung- oder Schutzleitung führt. Darüber hinaus sind Anwendungen **120**, **125** und **130** in fertiger Form gezeigt, wobei das VVM-**100** offen und gegenüber der Umgebung exponiert ist.

[0088] Die Anordnung **120** zeigt eine Schaltung mit Leitungen **122** und **124**, die durch eine Lücke beabstandet sind. Jede der Leitungen **122** und **124** ist an dem Substrat **110** über jede dem Fachmann bekannte Art und Weise befestigt. Das Substrat **110** kann jedes der vorstehend aufgeführten Substrate sein, wie ein festes PCB Substrat oder ein flexibles Substrat vom Schaltungstyp. Die Anwendung oder die Schaltung **120** unterscheidet sich von der Schaltung **115** dahingehend, dass das VVM-**100** nicht an dem Substrat **110** haftet. Zur Ausbildung einer derartigen Schaltung kann es erforderlich sein, das VVM-**100** oberhalb der Lücke zu halten, bis das VVM-**100** härtet und an der Stelle getrocknet ist. In einer anderen Ausführungsform kann eine obere Schicht oder Beschichtung auch an das VVM-**100** haften, wobei die Beschichtung ermöglicht, dass das VVM-**100** in einem halbgehärteten Zustand auf die Leitungen **122** und **124** überführt werden kann. Wichtig ist, dass das VVM-**100** nicht an das Substrat **110** in dem Bereich der Lücke haften muss, damit das VVM-**100** richtig funktioniert. Die Schaltung **120** funktioniert hinsichtlich der Leitungsfähigkeiten des VVM-**100** in genau der gleichen Art und Weise wie die Schaltung **115**, die in [Fig. 4](#) gezeigt ist.

[0089] Die Schaltung der Anordnung **125** zeigt, dass das VVM-**100** intrinsisch an das Substrat **110** befestigt werden kann, wodurch ein Puffer oder ein Bett gebildet wird, auf das die Leitungen **127** und **129** überführt werden können. Die Elektroden **127** und **129** sind durch eine Lücke getrennt. Die Elektroden können etwas in das VVM-**100**, wie gezeigt, einsinken oder die Elektroden **127** und **129** können auf das

VVM-100 überführt werden, wenn das VVM bis zu einem Punkt ausgehärtet ist, dass es sich nicht aufgrund des Gewichts der Leitungen oder aufgrund des Aufbringungsprozesses verformt. Die Schaltung oder die Anordnung **125** arbeitet wie die Schaltungen **115** und **120**.

**[0090]** Die Schaltung oder Anordnung **130** zeigt eine Ausführungsform, bei der eine der Leitungen, d. h. die Leitung **132** an das Substrat **110** befestigt ist, während sich eine zweite Leitung **134** auf der Oberseite der Schicht des VVM befindet, vergleichbar zu den Elektroden **127** und **129** der Anordnung **125**. Die Lücke in der Schaltung **130** ist eine vertikal versetzte Lücke. Die Lücken in den Anordnungen **115**, **120** und **125** sind horizontal versetzt. Es sollte klar sein, dass das VVM-100 gleichermaßen arbeitet, wenn die Lücke eine Lücke vom "XV"-Richtung-Typ ist, wie in den Anordnungen **115**, **120** und **125**, oder wenn die Lücke eine Lücke vom "Z"-Richtung-Typ, wie in der Anordnung **130** gezeigt ist.

**[0091]** Jede der Anordnungen von **Fig. 6** kann in bestimmten elektrischen Ausführungen und bei bestimmten elektrischen Komponenten wünschenswert sein. Das VVM-100 mit dem isolierenden Binder **50** liefert die Flexibilität, die Elektroden auf unterschiedliche Art und Weise auf das Substrat **110** aufzubringen, wobei das VVM-100 keine zusätzliche Apparatur oder kein zusätzliches Gehäuse benötigt, um das VVM mechanisch zu halten oder um es mit den Leitungen elektrisch zu verbinden. So benötigen beispielsweise viele VVM-Einrichtungen ein Gehäuse oder eine Hülle, dass das VVM am Platz hält. Viele VVMs beinhalten darüber hinaus ein Paar Abschlüsse, die an dem Gehäuse oder der Hülle angebracht und an ein Paar Pads, das auf der Oberfläche des Substrats ausgebildet ist, gelötet werden müssen. Von den Pads ausgehend sind weitere Leitungen oder Verbindungsdrähte erforderlich, um zu den Verbindungssignalleitungen oder Erdungsleitung zu verbinden.

**[0092]** In der **Fig. 7** sind weitere Schaltungen und Anordnungen **135** und **145** gezeigt. Die Anordnung **135** ist vergleichbar zur Anordnung **130**, da eine "Z"-Richtung-Lücke zwischen einer oberen Elektrode **137** und einer unteren Elektrode **139** vorhanden ist, wobei die untere Elektrode **139** an dem Substrat **110** befestigt ist. In der Anordnung erstreckt sich jedoch die obere Elektrode **137** lateral oder horizontal weg von der unteren Elektrode **139** und verläuft nach unten, um mit dem Substrat **110** in Verbindung zu treten. Die horizontale Versetzung erzeugt eine zweite Lücke. Tritt eine Überspannung auf, dann kann der transiente Peak durch das VVM-100 entweder in der "Z"-Richtung oder in einer "XY"-Richtung geleitet werden, je nach dem welcher Weg die geringere Impedanz aufweist. Die Anordnung **135** arbeitet ebenfalls in der gleichen Weise wie die anderen Anord-

nungen.

**[0093]** Die Anordnung **145** ist mit der flexiblen Schaltungsausführungsform von **Fig. 5** vergleichbar mit der Maßgabe, dass die Leitungen **146** und **149** auf dem festen Substrat **110** angeordnet sind. In einer Ausführungsform ist die flotierende Leitung **147** die Erdleitung, was die Anordnung zu einer reinen "Z"-Richtung-Anwendung macht. In einer anderen Ausführungsform sind entweder die Leitungen **146** und **149** die Erdleitung, was die Anwendung eine "Z"-Richtung- und eine "XY"-Richtung-Anwendung macht, wobei sich die Spannung von einer der Leitungen **146** oder **149** zu der flotierenden Leitung **147** und hinunter zu der anderen Leitung, die die Erdleitung ist, entladen kann.

**[0094]** In der **Fig. 8** ist eine weitere alternative Ausführungsform oder Schaltung **140** gezeigt. Die Schaltung **140** beinhaltet zwei Substrate **110**, die ein festes Substrat, wie ein FR-4-Board sein kann, oder ein flexibles Substrat, wie ein Polyimid oder Kapton®. Eine erste Elektrode **142** ist an das obere Substrat **110** befestigt, während eine zweite Elektrode **143** an das untere Substrat **110** befestigt ist. Die Elektroden **142** und **143** sind in der "Z"-Richtung durch eine Menge an VVM-100 getrennt. Die Anordnung **140** ist beispielsweise in einer flexiblen Schaltung nützlich, wobei die Substrate **110** äußere Schichten aus Kapton® oder Mylar sind, und wobei die obere Leitung **142** beispielsweise eine Signalleitung und die untere Leitung **143** eine Erdleitung ist. Hier kann eine Vielzahl an Signalleitungen auf das obere oder das untere Substrat **110** aufgetragen werden, wobei ein transienter Peak (Spannungstoß) vertikal oder horizontal, abhängig davon, wo die Signalleitung mit dem transienten Peak hinsichtlich der Erdleitung angeordnet ist, wandern.

**[0095]** In **Fig. 9** sind die vorstehenden Anordnungen oder Schaltungen **115**, **120**, **125**, **130**, **135**, und **145** so gezeigt, dass sie in einem mehrschichtigen PCT eingebettet sind. D. h. das Substrat **110** stellt eine Schicht eines PCBs dar. Ein zweites Substrat **144** (nicht maßstabsgetreu) stellt eine weitere Schicht eines Mehrschicht-PCBs dar. Die Schicht **144** ist um die verschiedenen Schaltungen ausgebildet, um eine weiche äußere Oberfläche herzustellen, die zur Befestigung elektrischer Komponenten **113** und Schaltungsleitungen geeignet ist. Der Aufbau von **Fig. 9** ist insbesondere deshalb nützlich, da die äußeren Oberflächen der Substrate **110** und **144** durch den Schaltungsschutz in keinsten Weise inhiert sind. Die in **Fig. 9** gezeigte Ausführungsform kann mehr als zwei Schichten beinhalten, so dass die Ausführungsform mehrere unterschiedliche Substrate mit einer oder mehreren Anordnungen **115**, **120**, **125**, **130**, **135** und **145** beinhaltet.

**[0096]** In **Fig. 10** ist eine vergleichbare Anordnung

mit den Schaltungen **115**, **120**, **125**, **130**, **135** und **145** gezeigt, wobei anstelle der Anordnungen als Teil einer Mehrschicht-PCB die Anordnungen durch eine Schutzschicht **148** bedeckt sind. Obwohl sich das VVM-**100** an die verschiedenen Elektroden und das Substrat **110** an bestimmten Stellen selbst befestigt, kann es für eine Anzahl von Gründen wünschenswert sein, eine Schutzschicht **148** aufzubringen. So können beispielsweise bei der in [Fig. 5](#) gezeigten flexiblen Schaltung die Leitungen an bestimmten Stellen exponiert sein und elektrische Isolierung erfordern. Die Schutzschicht **148** kann aus jedem dem Fachmann bekannten Beschichtungstyp sein. In einer Ausführungsform beinhaltet die Beschichtung jede der vorstehend für die flexible Schaltung in [Fig. 5](#) beschriebenen Beschichtungen, wie Silbertinte, Trockenfolie, Fotobildschutzschicht, Spähflüssigkeit-Fotobildschutzschicht oder eine Gesamt-("glob-top")Schicht.

**[0097]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 11](#) kann das VVM-**100** in einer Einrichtung eingesetzt werden. Ein Typ der in [Fig. 11](#) gezeigten Einrichtung beinhaltet mehrere Verbindungen, die den Standard des Deutschen Instituts für Normung eV "DIN" genügen. Ein ringförmiger DIN-Verbinder **150** ist gezeigt. Es sollte klar sein, dass die vorliegende Erfindung für Miniatur-DIN-Verbinder, länglichen zweireihigen DIN-Verbinder, abgeschirmten DIN-Verbinder usw. angepasst werden kann. Die vorliegende Erfindung kann in einem Stecker oder aufnehmenden Teil eingesetzt werden. Vertikale, horizontale und in-line Verbinder, die an ein Kabel binden, können ebenfalls eingesetzt werden. Anderenfalls kann der DIN-Verbinder auf einem Paneel befestigt werden.

**[0098]** Der Verbinder **150** beinhaltet einen Körper **152**, der aus jedem geeigneten Material besteht. Der Körper in der Ausführungsform Stecker- bzw. aufnehmendes Teil ist an einer ringförmigen Wandung **154** oder mehreren geraden Wandungen (nicht gezeigt) befestigt, die mindestens teilweise mehrere Signalleitungen **156** umfasst. Die Leitungen **156** erstrecken sich von einem Substrat **158** in einer Richtung, die im Wesentlichen parallel mit der Wandung **156** ist. Die Wandung **154** und die Leitungen **156** gehen in bekannter Art und Weise in einen passenden aufnehmenden DIN-Verbinder.

**[0099]** In der gezeigten Ausführungsform ist der Körper **152** ein Stecker und die Leitungen **156** sind Stifte. In einer alternativen Ausführungsform (nicht gezeigt) ist der Körper ein aufnehmendes Teil und die Signalleitungen sind Buchsen, die Stifte von einem passenden Verbinder aufnehmen. Der Verbinder **150** kann derart ausgestaltet sein, dass der Körper **152** eine Anzahl von Eingang/Ausgang-Leitungen **156** aufnimmt. Ein oder mehrere der äußeren Signalleitungen **156** kann eine Erdungsleitung sein. Normalerweise wird jedoch eine separate (hier zentrale) Er-

dungs- oder Schutzerdungs-Leitung **160** bereitgestellt. Damit die gezeigte Ausführungsform einen transienten Spannungsspeak zu der Erdleitung **160** leitet, sollte der Abstand zwischen den Eingangs-/Ausgangs-Leitungen **156** und der Erdleitung **160** weniger sein als der Abstand zwischen den Eingangs-/Ausgangs-Leitungen **156**.

**[0100]** In einer Ausführungsform ist das Substrat **158** ein PCB, wie ein FR-4-Board. In einer anderen Ausführungsform beinhaltet das Substrat **158** einen anderen Typ an Isolationsmaterial, sowie ein Polyimid oder Kunststoff. Das Substrat **158** passt in den Körper **152**, so dass der Verbinder **156** in einen dazu passenden Verbinder gebracht werden kann. In einer Ausführungsform definiert das Substrat **158** Öffnungen, so dass sich die Leitungen **156** von einer Rückseite des Substrats **158** zu der gezeigten Vorderseite erstrecken können.

**[0101]** Mindestens eine Menge von VVM-**100** ist direkt an das Substrat **158** befestigt oder ist daran gehärtet. Wie gezeigt verbindet das VVM-**100** die Signalleitungen **156** zu der Erdleitung **160** ohne Bahnen oder Leitungsdrähte zu benötigen. In einer anderen Ausführungsform können ein oder mehrere Leitungen **156** oder darüber hinaus alternativ die Erdleitung **160** mit einer individuellen Menge an VVM-**100** in Kontakt stehen wobei ein oder mehrere Spuren oder Leitungsdrähte das VVM-**100** mit einer weiteren VVM-Menge oder einer weiteren Leitung befestigen. Die Leitungen sind in einer Ausführungsform Kupfer, das auf das PCB Substrat **158** in bekannter Weise geätzt ist. Die Signalleitungen können miteinander oder mit den einzelnen Signalleitungen **156** und/oder der Erdleitung **160** in Verbindung stehen. Die Erdleitung **160** kann mehrere Formen annehmen und ist hier als ein zentral angeordneter Stift **160** gezeigt. In jeder Ausführungsform ermöglicht der Klebstoffbinder **50**, dass das VVM-**100** direkt an die Metalleitungen bindet. Die Erdleitung **160** kann als Schaltungs-erdung oder Schutzerdung dienen, wie gewünscht.

**[0102]** Wie gezeigt schützt mindestens eine Menge an VVM-**100** ein oder mehrere Signalleitungen **156** vor einem transienten Spannungsspeak. Der geschützte Verbinder **150** kann wiederum andere elektrische Einrichtungen schützen, die entweder elektrisch stromaufwärts oder stromabwärts des Verbinders **150** liegen.

**[0103]** In [Fig. 12](#) wird das VVM-**100** mit dem integralen Klebstoffbinder **50** mit einem Bandkabelverbinder **170** eingesetzt. Das VVM-**100** kann mit jedem Typ Bandkabelverbinder verwendet werden, wie einem vorstehenden, aufnehmenden, geradelaufenden, rechtwinkligen Geradlaufdrahtumhüllungs- und Rechtwinkligeradtrahtumhüllungs-, einem Buchsenverbinder, D-Verbinder, PCB-Verbinder, Kartenkantenverbinder, Tauch-Verbinder, Stift-Verbinder oder

Terminal-Verbinder. Das VVM kann in einem Bandverbinder **170** vom Stecker- oder aufnehmenden Typ ausgestaltet sein.

**[0104]** Der Bandverbinder **170** beinhaltet einen Körper **172**, der aus jedem geeignetem Material hergestellt ist, in einer Ausführungsform Kunststoff ist. Der Körper **172** umfasst bei der Ausführungsform Stecker- bzw. aufnehmender Teil zumindest teilweise mehrere Leitungen **176**. Die Leitungen **176** sind mit der Wandung des Körpers **172** im Wesentlichen parallel. Ist der Körper **172** ein Stecker, dann sind die Leitungen **176** Stifte. Ist der Körper ein aufnehmendes Teil, dann sind die Leitungen **176** Buchsen, die Stifte aufnehmen. Der Bandverbinder **170** kann jede Anzahl an Eingangs-/Ausgangs-Signalleitungen befestigen. Ein oder mehrere der Leitungen **176** kann/können eine Erdleitung sein. Normalerweise wird eine separate Schaltungserdung oder Schutzerdung **186** bereitgestellt. Ein Erdungstreifen **187** ist mit einem Erdungsstift **186** verbunden und liefert den geeigneten Abstand, so dass eine transiente Spannung von einer der Signalleitungen **176** anstelle zu einer weiteren Signalleitungen **176** zu dem Erdungstreifen **187** geleitet wird.

**[0105]** Zwischen dem Körper **172** und einem zweiten passenden Körper **178** liegt ein Bandkabel **180**. Das Bandkabel **180** kann jedes geeignete Kabel einschließlich eines grauen flachen Kabels, farbigen kodierten flachen Kabels, verdrehten Paares von Flachkabeln und runden ummantelten/geschützten Kabels sein. In der gezeigten Ausführungsform ist der zweite Körper **178** ein Stecker, der über den aufnehmenden Körper **172** passt. Die Stifte **182** in dem Steckerkörper **178** stechen durch die Isolierung des Kabels **180** und erzeugen einen elektrischen Kontakt mit den Leitungen in dem Kabel.

**[0106]** In der gezeigten Ausführungsform sind mindestens eine und möglicherweise mehrere VVM-**100**-Mengen direkt mit dem aufnehmenden Körper **172** und den Leitungen **176** über die intrinsischen Klebstoffeigenschaften des Binders **50** verbunden. Der aufnehmende Körper **172** beinhaltet ein Substrat **184**, das ein Polymer sein kann, ein PCB-Material, wie FR-4, oder ein Polyimid. Das VVM-**100** kann entweder auf die oberen oder unteren Oberflächen des Substrats **184** aufgetragen werden. In einer alternativen Ausführungsform werden Bahnen auf das Substrat **184** über jede geeignete Methode aufgebracht. Die Bahnen verbinden die Signalleitungen **176** mit dem VVM-**100** elektrisch, das VVM-**100** mit der Erdleitung **186** oder beide.

**[0107]** Wie gezeigt, schützt mindestens eine VVM-**100**-Menge ein oder mehrere Signalleitungen **176** des Bandkabelverbinders **170** vor einem transienten Peak. D. h. die Signalleitungen **176** können eine Überspannung zu dem Erdungsstift **186** leiten.

Der Bandverbinder **170** kann wiederum elektrische Einrichtungen, die elektrisch stromaufwärts oder stromabwärts des Verbinders angeordnet sind schützen.

**[0108]** In [Fig. 13](#) ist das VVM-**100** mit dem integralen Klebstoffbinder **50** bei einem Daten- oder Telekommunikations-Verbinder **190** eingesetzt. Das VVM-**100** kann mit jedem Typ an Daten-/Telekommunikations-Verbinder eingesetzt werden. In einer Ausführungsform ist der Verbinder **190** ein 8-Leiter-RJ-54-Verbinder, der gewöhnlich in Datennetzwerken zum Einsatz kommt, wie lokalen Netzwerken („LANs“) verbreiteten Netzwerken („WANs“) und dergleichen. In einer anderen Ausführungsform ist der Verbinder **190** ein 6-Leiter-RJ-11-Verbinder, der gewöhnlich in Heim- und in bestimmten im Handel erhältlichen Telefon-Systemen eingesetzt wird.

**[0109]** Der Verbinder **190** umfasst einen Körper **192** von dem in [Fig. 13](#) viel entfernt wurde, um den durch das VVM-**100** bereitgestellten Schaltungsschutz zu zeigen. Der Körper **192** ist aus jedem geeigneten Material hergestellt und gemäß einer Ausführungsform Kunststoff. Der Körper trägt eine Anzahl von Signalleitungen **194**. Die Signalleitungen **194** sind zweckmäßig gebogen, um mit passenden Signalleitungen einer Steckdose (nicht gezeigt) in Eingriff zu kommen. Die Steckdose ist in den Daten-/Telekom-Körper **192** in Richtung des Pfeils **196** eingeführt. Wenn die Steckdose in den Körper **192** eingeführt ist, dann biegen sich Federbereiche **198** der Signalleitung **194** derart, dass auf die elektrische Verbindung zwischen den passenden Leitungen eine Federkraft ausgeübt wird.

**[0110]** In der gezeigten Ausführungsform kommunizieren gegenüberliegenden Enden **202** der Leitungen **194** direkt elektrisch mit einer oder mehreren VVM-**100**-Mengen, welche direkt auf das Substrat über den intrinsischen Klebstoffbinder **50** aufgebracht ist. Das VVM-**100** kuppelt die Signalleitungen **194** direkt mit einer Erdleitung **206**. Wie vorstehend ist die Erdleitung **206** geeignet angeordnet, näher an jeder der Signalleitungen **194** als die Signalleitungen **194** zu einander angeordnet sind. In einer anderen Ausführungsform verbinden die Enden **202** der Leitung **194** mit Bahnen elektrisch, an die das VVM-**100** haftet. In einer weiteren Ausführungsform sind die Enden **202** der Signalleitungen **194** über Drahtbindungen elektrisch verbunden.

**[0111]** In vergleichbarer Art und Weise haftet das VVM-**100** in einer Ausführungsform direkt an die Erdleitung **206**. In einer anderen Ausführungsform steht die Erdleitung **206** mit dem VVM-**100** über einer oder mehrerer Bahnen die an dem Substrat **204** angebracht sind in elektrischer Verbindung. In einer weiteren Ausführungsform steht das VVM-**100** mit der Erdleitung **206** über einen Bond-Draht in elektrischer

Verbindung.

[0112] In der vorstehend beschriebenen Art und Weise können eine oder mehrere oder alle der Signalleitungen **194** von einer transienten Spannung geschützt werden. Da LANs oder WANs gewöhnlicherweise große Entfernungen zwischen den Erdpunkten aufweisen stellen transiente ESD und EOS zwischen den Erdpunkten ein schwieriges Problem dar. Einrichtungen, wie Klimaanlage, Heizvorrichtungen, Lifte, Kopierer und Leserdrucker, usw., können hohe Peaks und Transiente in Gebäuden mit LANs hervorrufen. Der geschützte Daten-/Telekom-Verbinder **190** schützt Einrichtungen, die über den Verbinder **190** mit einem Netzwerk verbunden sind, vor transienten Spannungen, die über die Datenleitungen des Netzwerks kommen. Vergleichbar schützt der Verbinder **190** die Datenleitungen von einem Überspannungszustand, der von einer mit dem Netzwerk verbundenen Einrichtung kommen kann.

[0113] In den [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) sind andere Ausführungsformen des bei den Telekommunikationsverbindern eingesetzten VVM-100 gezeigt. Die in den [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) gezeigten Ausführungsformen stellen jeden Typ an Daten-/Telekom-Verbindern dar. In [Fig. 14](#) ist nur der relevante Bereich des Verbinders **210** gezeigt. Der Verbinder **210** umfasst mehrere Signalleitungen **212** mit gebogenen Enden **214**, wobei die gebogenen Enden **214** mit Leitungen oder einer Daten-/Telekom-Steckdose (nicht gezeigt) wie vorstehend beschrieben passen. Die Steckdose wandert in Richtung des Pfeils **196**, und geht in den Verbinder **210**.

[0114] Ein Körper **216**, der zur Erläuterung abgeschnitten ist, beinhaltet ein Schild **218**, das aus jedem geeigneten leitfähigen Material hergestellt ist. Die Sicht von [Fig. 14](#) ist im Allgemeinen von unterhalb des Verbinders, wie in [Fig. 13](#) erläutert. Das Schild **218** passt daher auf und hinter den Leitungen **212**. Das Schild definiert ein oder mehrere ausgeschnittene Federlaschen **220**. D. h. das dünne Metallschild **218** ist ausgestanzt oder entlang drei Seiten einer jeden Laschen **220** geschnitten, wobei die Lasche **220** entlang der Kante **222** nach innen gebogen ist.

[0115] Die Laschen **220** können in jedem gewünschten Winkel weniger als 90° nach innen gebogen werden. Wird das Schild **218** über den Leitungen **212** angeordnet, dann stehen die Laschen **220** mit den Leitungen **212** in Kontakt und biegen sich gegen 0° zurück. Die Laschen **220** sind daher vorgespannt, um mit den Leitungen **212** einen elektrischen Kontakt aufrecht zu erhalten. Eine Menge an VVM-100 mit dem selbst härtenden intrinsischen Klebstoffbinder **50** wird direkt auf die Laschen **220** zwischen die Laschen **220** und die Leitungen **212** aufgebracht. Das VVM-100 dient als ein offener Schaltkreis in dessen Hochimpedanz-Zustand, so dass normalerweise nur

wenig Strom von den Leitungen **212** zur Erdung **218** fließt. Wenn ein transienter ESD auftritt, dann schaltet das VVM-100 zu seinem geringen Impedanz-Zustand, so dass der transienter Peak zu der Schutzerdung **218** geleitet wird.

[0116] In einer Ausführungsform wird eine Schablone verwendet, um mehrere VVM-100-Mengen auf mehrere Laschen **220** aufzubringen. In einer anderen Ausführungsform wird eine Schablone dazu verwendet, um mehrere VVM-100-Mengen auf einen einzelnen der Laschen **220** aufzubringen, die unter jeder Belastung steht und einen Kontakt mit mehreren Leitungen **212** herstellt. In einer weiteren Ausführungsform ist eine Schicht des VVM-100-Materials zuerst auf einen großen Bereich des Schildes **218** selbst aufgebracht, wobei mehrere Laschen **220** dann ausgestanzt werden, so dass jedes eine individuelle Menge an VVM-100 aufweist. In noch einer weiteren Ausführungsform wird eine Schicht von VVM-100 zuerst auf einen großen Bereich des Schildes **218** selbst aufgebracht, wobei ein oder mehrere Laschen **220**, die mit mehreren Leitungen **212** in Kontakt stehen ausgestanzt werden.

[0117] In [Fig. 15](#), die eine Seitenansicht der [Fig. 14](#) darstellt, ist eine Variation des Verbinders **210** der [Fig. 14](#) als ein neuer Verbinder **230** gezeigt. Wie zuvor, ist der Körper **216** weggeschnitten um einen Bereich des Schildes **218** zu zeigen. Das Schild **218** wurde ausgestanzt so dass der Laschen **220** entlang der Kante **222** zwischen dem Schild und dem Leiter **212** sich nach innen biegt. Der Laschen beinhaltet eine Menge an VVM-100 mit dem Selbstklebebinder **50** der vorliegenden Erfindung.

[0118] Die Signalleitung **212** weist den gebogenen Federbereich **214** auf, der dazu angepasst ist, mit einer Leitung einer Steckdose (nicht gezeigt) zusammen zu passen, wobei die Steckdose in den Verbinder **230** in der durch den Pfeil **196** gezeigten Richtung hinein geht. In einer Ausführungsform ist zwischen dem VVM-100 auf dem Laschen **220** und der Signalleitung **212** ein Kupplungskondensator **232** angeordnet. Der Laschen **220**, das VVM-100, der Kondensator **232** und die Signalleitung **212** sind in einer bevorzugten Ausführungsform in Reihe geschaltet. Der Kondensator **232** weist einen Widerstand und einen Spannungsniveau auf das geeignet ist, einen Gleichstrom von 2500 Volt handzuhaben. D. h. der Kupplungskondensator **232** ist derart ausgelegt, um hohe DC-Spannungen zu blockieren, wie jene die während eines Hochspannungstest auf (HI-POT) auftreten, dem LAN- oder Internet-Systeme ausgesetzt sein können.

[0119] Das VVM-100 haftet zudem an dem Kondensator **232** und steht in elektrischem Kontakt mit diesem. Der Kondensator **232** kann zudem mit der Leitung **212** verlötet oder auf andere Art und Weise mit

diesem verbunden sein. Die Federspannung der Lasche **220** hält darüber hinaus den Kondensator an seiner Stelle. Die Anordnung des Kondensators und des VVM-**100** kann umgekehrt werden. Es sollte klar sein, dass in den [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) die ausgestanzten Laschen **200** alternativ mit einer VVM-Einrichtung (nicht gezeigt) eingesetzt werden können, die jedes dem Fachmann bekannte VVM verwendet.

**[0120]** Die [Fig. 11–Fig. 15](#) zeigen, dass der VVM-**100** über den Binder **50** direkt auf das Substrat aufgetragen werden kann, wobei das Substrat in einem Stück einer elektrischen Ausrüstung, wie einem Verbinder, verwendet wird. Neben den zahlreichen erläuterten Verbindern sollte klar sein, dass das Substrat in andere Verbindertypen, wie digitalen Video Interface ("DVI")-Verbindern, Analog zu Digital-Umwandler-("ADC")-Verbindern usw., sowie anderen Ausrüstungstypen, wie Audio-Kopfhörern, Camcordern, Fernsehgeräten, TV-Geräten, Radios, persönlichen e-mail-Einrichtungen, Computer usw. angeordnet werden kann.

**[0121]** Es sollte klar sein, dass dem Fachmann verschiedene Änderungen und Modifikationen an den gegenwärtig bevorzugten Ausführungsformen offensichtlich sind.

### Patentansprüche

1. Elektrischer Schaltkreis umfassend:  
Ein Substrat,  
mehrere an das Substrat angebrachte und durch mindestens eine Lücke getrennte Elektroden, und eine Menge an Spannungs-variablem Material ("VVM"), das intrinsisch, ohne eine Bedeckung, an die Elektroden und das Substrat über die Lücke befestigt ist, wobei das VVM einen polymeren, selbsthärtenden, isolierenden Binder beinhaltet, der in Carbitolacetat gelöst und mit einem Mittel verdickt ist.
2. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 1, worin das Substrat ein Material umfasst, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Starrem Laminat, Polyimid, Polymer, Glas, Keramik und jeder Kombination davon.
3. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 1, worin der elektrische Schaltkreis in einem Stück einer elektrischen Ausrüstung bereitgestellt wird.
4. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 3, worin die elektrische Ausrüstung ein Verbinder ist.
5. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 1, worin das VVM ein Material beinhaltet, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Leitfähigen Teilchen, isolierenden Teilchen, halbleitenden Teilchen, dotierten halbleitfähigen Teilchen und jeder Kombination davon.
6. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 5, worin die leitfähigen Teilchen individuell einen inneren Kern und eine äußere Hülle umfassen.
7. Elektrischer Schaltkreis, umfassend:  
Ein Substrat,  
eine Menge an Spannungs-variablem Material ("VVM") in selbsthärtender Form, das intrinsisch, ohne eine Bedeckung, an dem Substrat befestigt ist, wobei das VVM einen polymeren, selbsthärtenden, isolierenden Binder beinhaltet, der in Carbitolacetat gelöst und mit einem Mittel verdickt ist, und mehrere Elektroden, die durch mindestens eine Lücke, die mit dem VVM in Kontakt steht, getrennt sind.
8. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 7, worin das Substrat ein Material umfasst, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Starrem Laminat, Polyimid, Polymer, Glas, Keramik und jeder Kombination davon.
9. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 7, worin der elektrische Schaltkreis in einem Stück einer elektrischen Ausrüstung bereitgestellt wird.
10. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 9, worin die elektrische Ausrüstung eines von einer Telekommunikationseinrichtung und einem Eingangs-/Ausgangs-Verbinder umfasst.
11. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 7, worin das VVM ein Material beinhaltet, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Leitfähigen Teilchen, isolierenden Teilchen, halbleitenden Teilchen, dotierten halbleitfähigen Teilchen und jeder Kombination davon.
12. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 11, worin die leitfähigen Teilchen individuell einen inneren Kern und eine äußere Hülle umfassen.
13. Elektrischer Schaltkreis umfassend:  
Ein Substrat,  
mehrere Elektroden, die an dem Substrat befestigt und durch mindestens eine Lücke getrennt sind, und eine Menge an Spannungs-variablem Material ("VVM") in einer selbsthärtenden Form, das intrinsisch, ohne eine Bedeckung, an die Elektroden befestigt ist, wobei das VVM einen polymeren, selbsthärtenden, isolierenden Binder beinhaltet, der in Carbitolacetat gelöst und mit einem Mittel verdickt ist.
14. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 13, worin das Substrat ein Material umfasst, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Starrem Laminat, Polyimid, Polymer, Glas, Keramik und jeder Kombination davon.
15. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 13,

worin der elektrische Schaltkreis in einem Stück einer elektrischen Ausrüstung bereitgestellt wird.

16. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 15, worin die elektrische Ausrüstung ein Verbinder ist.

17. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 13, worin das VVM ein Material beinhaltet, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Leitfähigen Teilchen, isolierenden Teilchen, halbleitenden Teilchen, dotierten halbleitfähigen Teilchen und jeder Kombination davon.

18. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 17, worin die leitfähigen Teilchen individuell einen inneren Kern und eine äußere Hülle umfassen.

19. Elektrischer Schaltkreis umfassend:  
Ein Substrat,  
eine erste und eine zweite Elektrode, die durch eine Lücke getrennt sind, wobei die erste Elektrode an dem Substrat befestigt ist, und  
eine Menge an Spannungs-variablem Material ("VVM"), das einen polymeren, selbsthärtenden, isolierenden Binder beinhaltet, der in Carbitolacetat gelöst und mit einem Mittel verdickt ist, wobei die Menge intrinsisch an die erste und zweite Elektrode befestigt ist.

20. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 19, worin die VVM-Menge an die erste und zweite Elektrode und an das Substrat selbst gebunden ist.

21. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 19, welcher eine Beschichtung beinhaltet, die die erste und zweite Elektrode bedeckt.

22. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 21, worin das Substrat, die Elektroden und die Beschichtung Teil einer mehrschichtigen Leiterplatte sind.

23. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 19, worin die erste und zweite Elektrode an dem Substrat befestigt ist.

24. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 23, welcher eine dritte Elektrode beinhaltet, die auf dem VVM angeordnet und von der ersten und zweiten Elektrode räumlich getrennt ist.

25. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 24, worin die dritte Elektrode näher an der ersten und zweiten Elektrode angeordnet ist, als die erste und zweite Elektrode räumlich voneinander getrennt sind.

26. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 23, welcher eine Beschichtung beinhaltet, die die erste und zweite Elektrode bedeckt.

27. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 23,

worin die erste und die zweite Elektrode eine Erdungs-Elektrode ist.

28. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 23, worin das Substrat ein erstes Substrat ist, das ein zweites Substrat umfasst, und worin die erste und zweite Elektrode zwischen dem ersten und zweiten Substrat angeordnet sind.

29. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 28, worin das erste und zweite Substrat Schichten einer mehrschichtigen Leiterplatte oder eines flexiblen Schaltkreises ist.

30. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 19, worin das Substrat ein erstes Substrat ist, das ein zweites Substrat umfasst, und worin die zweite Elektrode an das zweite Substrat befestigt ist.

31. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 30, worin das erste und zweite Substrat Schichten einer mehrschichtigen Leiterplatte oder eines flexiblen Schaltkreises ist.

32. Elektrischer Schaltkreis umfassend:  
Ein Substrat,  
eine erste und eine zweite durch eine Lücke getrennte Elektrode, wobei die erste Elektrode an dem Substrat befestigt ist, und  
eine Menge an Spannungs-variablem Material ("VVM"), das einen polymeren, selbsthärtenden, isolierenden Binder enthält, der in Carbitolacetat gelöst und mit einem Mittel verdickt ist, wobei die Menge an die erste und zweite Elektrode befestigt ist.

33. Elektrischer Schaltkreis nach einem der Ansprüche 1, 7, 13, 19 und 32, worin das Mittel Quarzstaub enthält.

34. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 32, worin das VVM leitfähige Partikel mit einem Aluminium-Kern und einer Aluminiumoxid-Hülle umfasst.

35. Elektrische Einrichtung umfassend:  
Einen ersten und einen zweiten Signalleiter,  
ein Schild, und  
mindestens eine durch das Schild definierte Lasche, wobei die mindestens eine Lasche gegen den ersten und zweiten Leiter vorgespannt ist, und  
mindestens eine Menge an Spannungs-variablem Material ("VVM"), das zwischen dem ersten und zweiten Signalleiter und der mindestens einen Lasche angeordnet ist, wobei das VVM einen polymeren, selbsthärtenden, isolierenden Binder beinhaltet, der in Carbitolacetat gelöst und mit einem Mittel verdickt ist.

36. Elektrische Einrichtung nach Anspruch 35, welche eine erste und eine zweite Lasche umfasst,

die durch das Schild definiert ist, worin eine erste Menge an VVM zwischen dem ersten Signalleiter und der ersten Lasche und eine zweite Menge an VVM zwischen dem zweiten Signalleiter und der zweiten Lasche angeordnet ist.

37. Elektrische Einrichtung nach Anspruch 35, welche zwischen dem ersten Signalleiter und der mindestens einen Lasche einen Kondensator aufweist.

38. Elektrische Einrichtung nach Anspruch 35, worin das VVM intrinsisch an mindestens einem der Leiter und der mindestens einen Lasche haftet.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

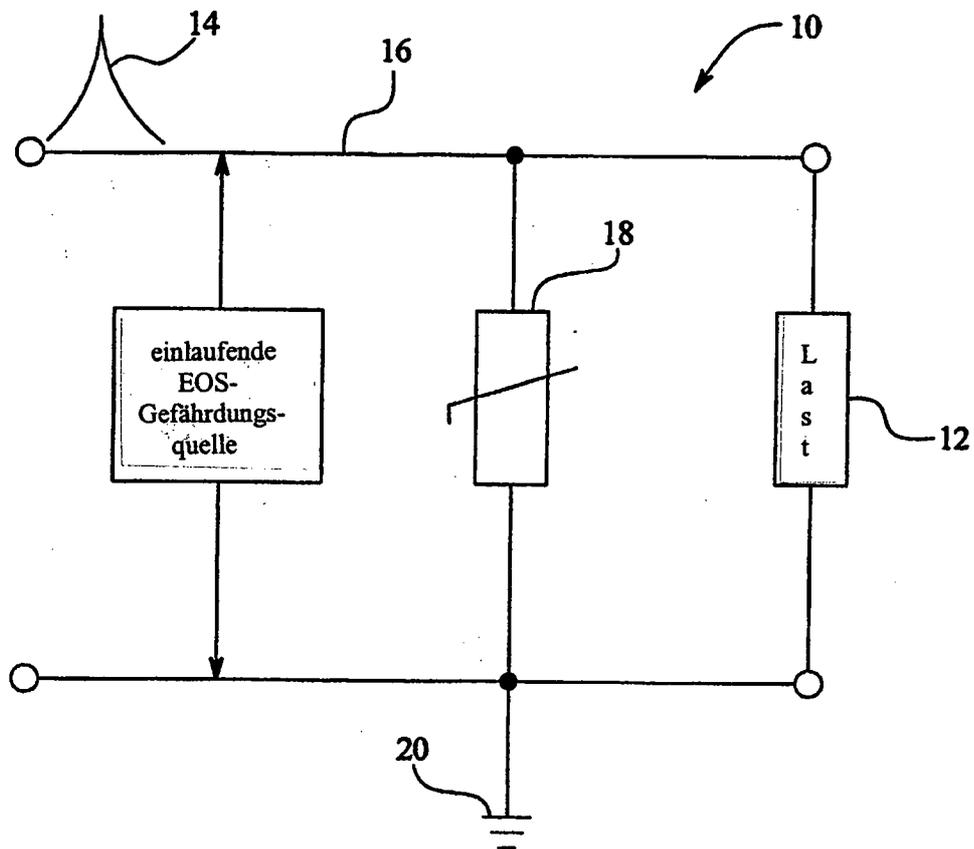


FIG. 2

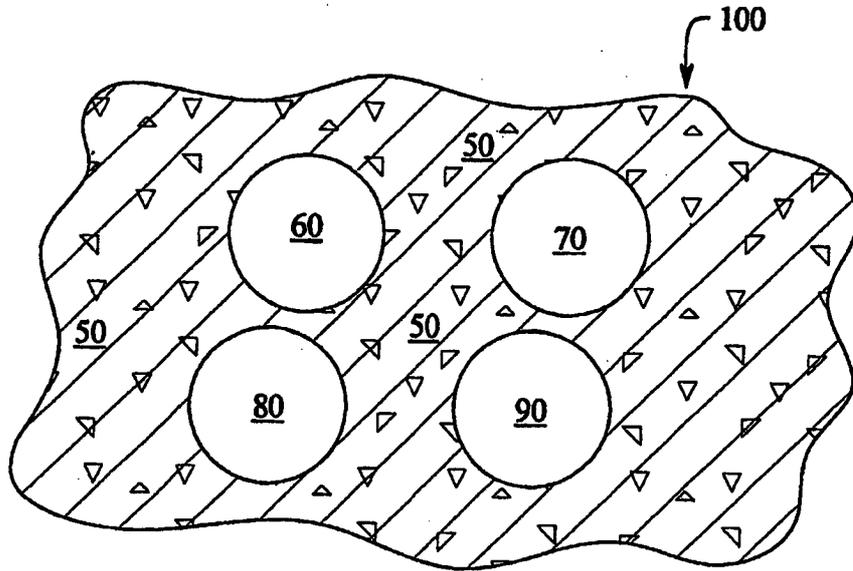


FIG. 3

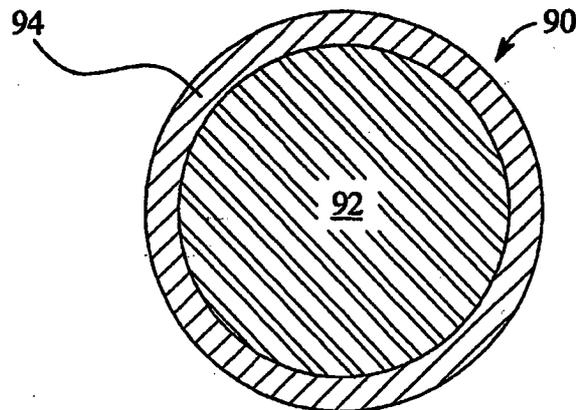


FIG. 4

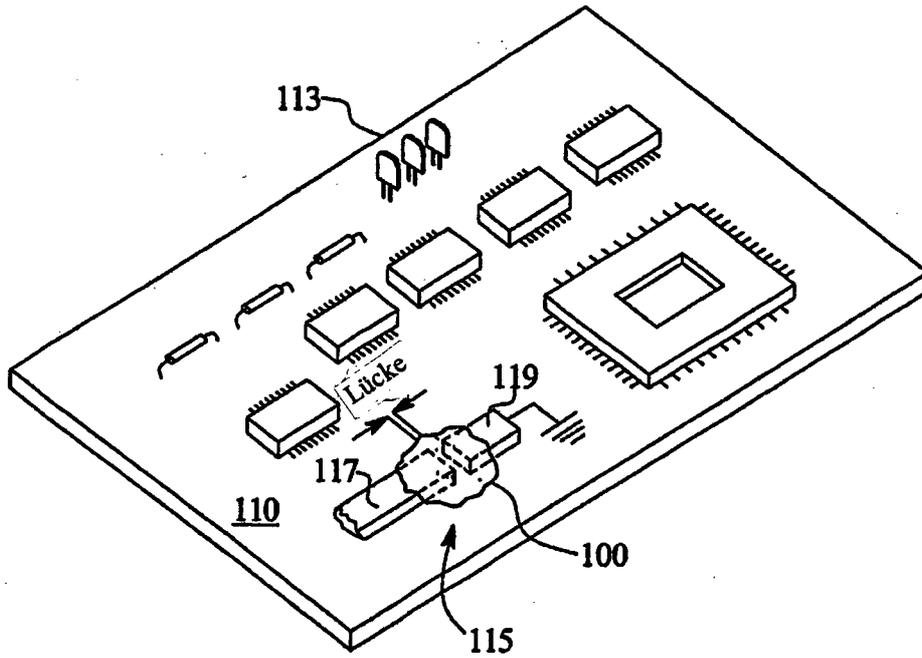


FIG. 6

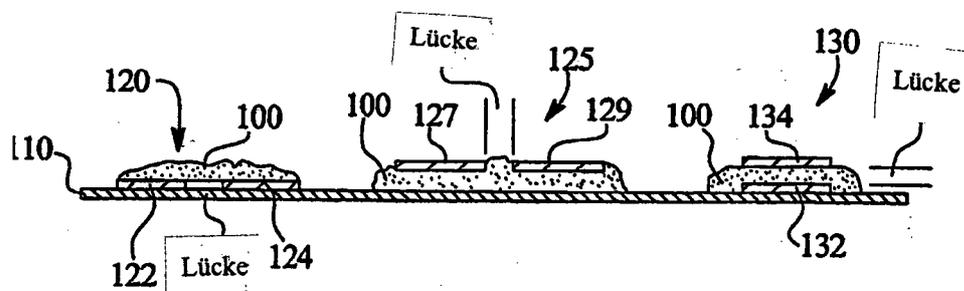


FIG. 7

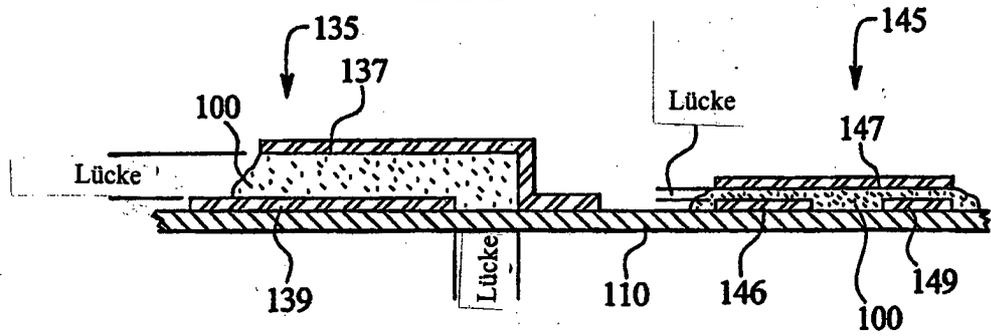


FIG. 8

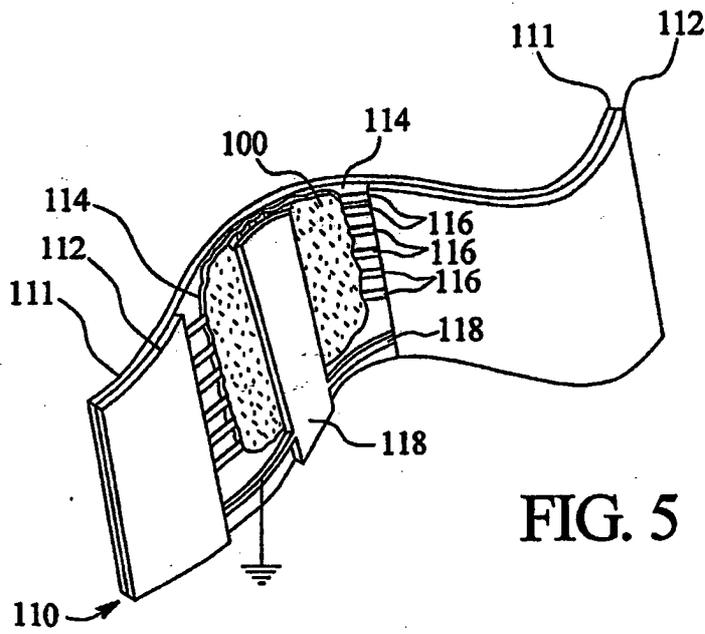
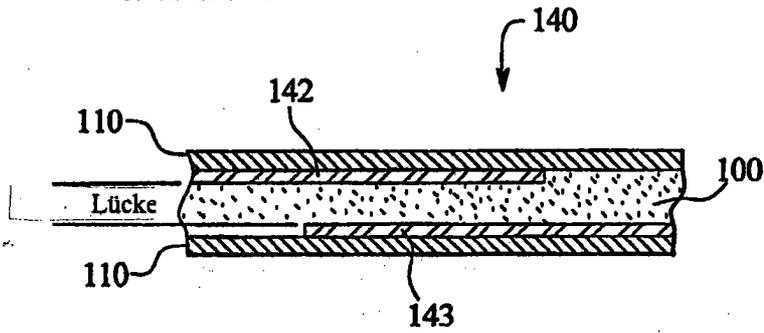


FIG. 5

FIG. 9

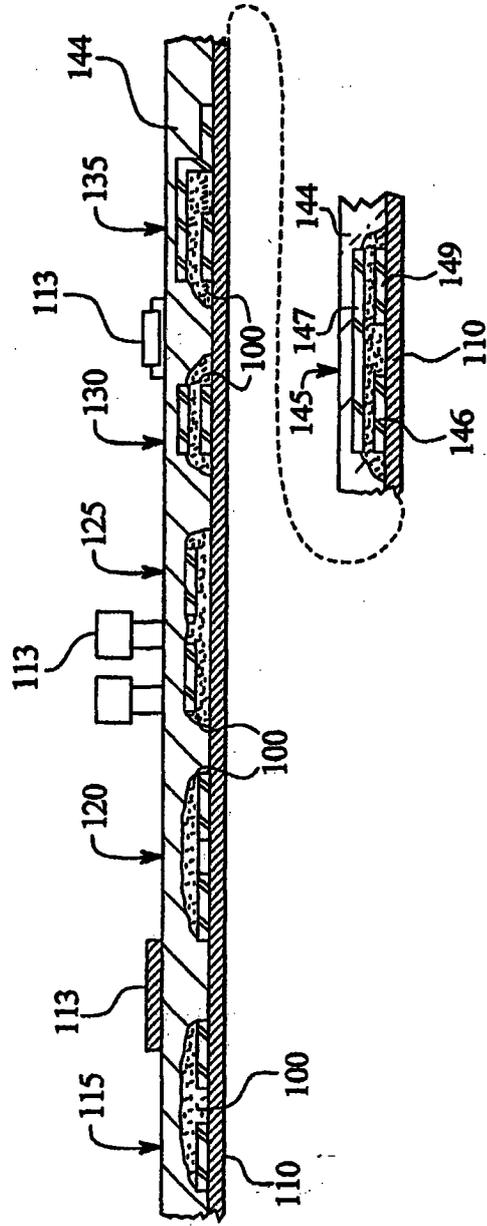
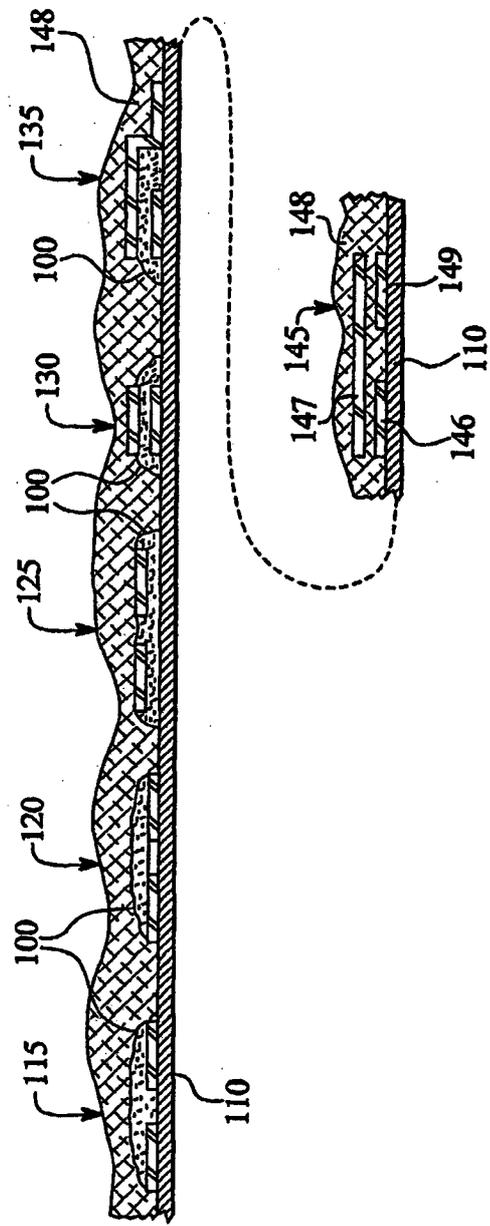


FIG. 10



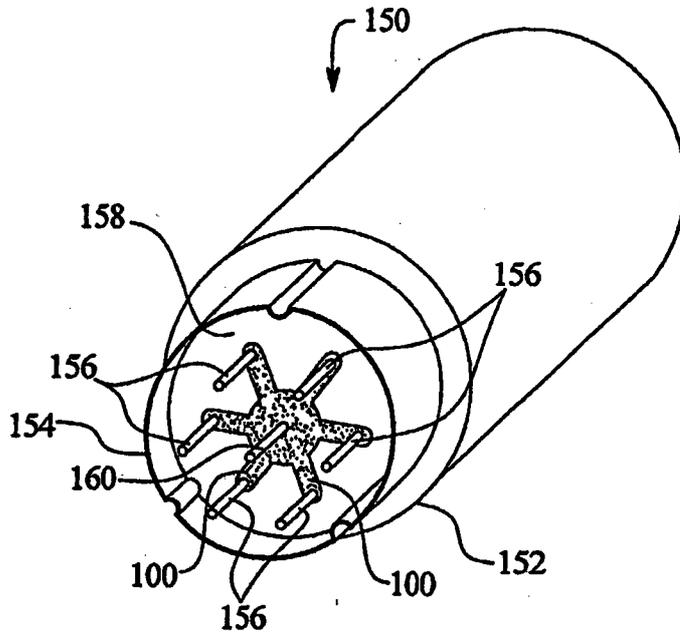


FIG. 11

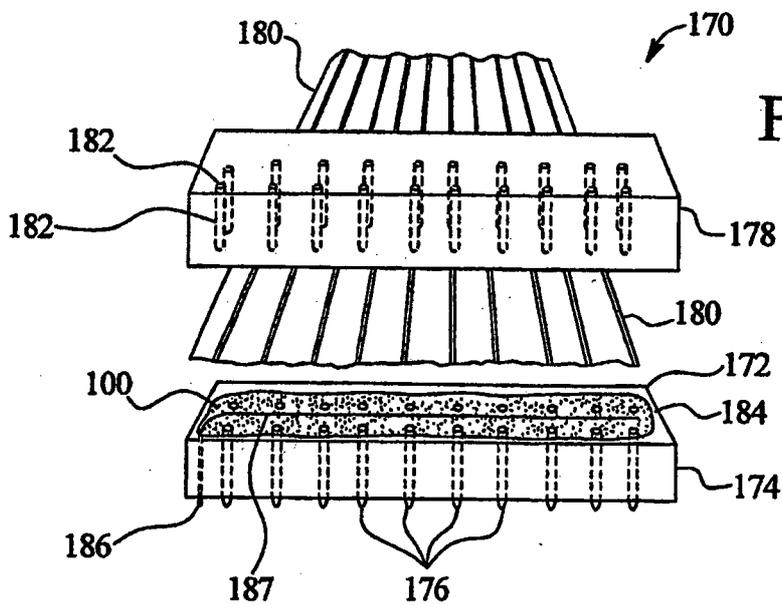


FIG. 12

FIG. 13

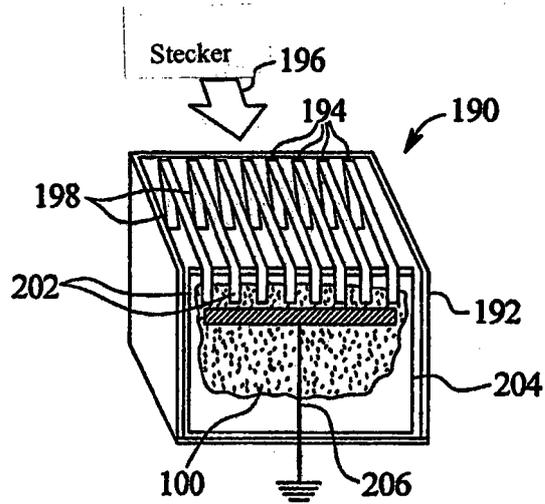


FIG. 14

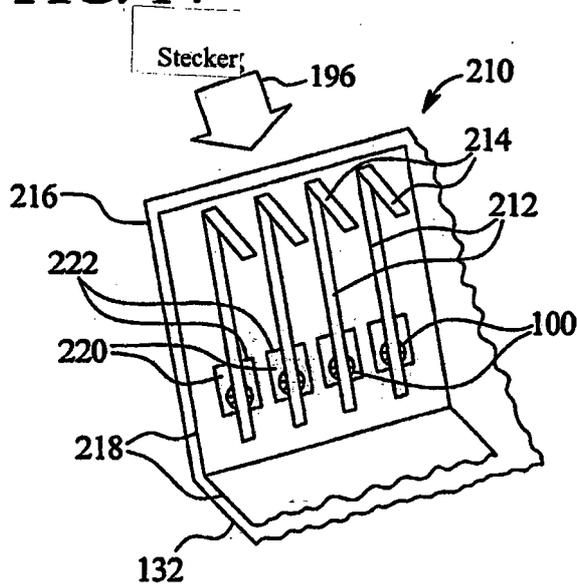


FIG. 15

