



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 07 105 T2** 2006.07.27

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 451 854 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 21/00** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 07 105.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US02/41653**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 796 108.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/049157**

(86) PCT-Anmeldetag: **02.12.2002**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **12.06.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.09.2004**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **02.11.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.07.2006**

(30) Unionspriorität:

334587 P 03.12.2001 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR**

(73) Patentinhaber:

**E.I. DuPont de Nemours and Co., Wilmington, Del.,
US; Nippon Oil Corp., Tokio/Tokyo, JP; Ishihara
Chemical Company Ltd., Tokio/Tokyo, JP**

(72) Erfinder:

**SAKAI, Shuji, Yokohama-shi, JP; MILLER, L.,
Chris, Landenberg, US; UCHIDA, Daisuke,
Kanagawa-ken 211-0063, JP; KOBAYASHI,
Takashi, Kanagawa-ken 223-0061, JP; AOYAGI,
Kenichi, Kanagawa-ken 211-0063, JP;
YAMAMOTO, Shinji, Saitama-ken 359-0021, JP**

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: **Wafer-Transfervorrichtung mit elektrischer Leitfähigkeit und Verfahren zu dessen Herstellung**

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 eingelegt, 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

[0001] Die vorliegende Patentanmeldung beansprucht den Nutzen der vorläufigen US-Patentanmeldung Nr. 60/334587, eingereicht am 3. Dezember 2001.

TECHNISCHES GEBIET DER ERFINDUNG

[0002] Die Erfindung betrifft ein Transportelement und dessen Herstellungsverfahren. Genauer gesagt, die vorliegende Erfindung betrifft ein Transportelement, das sich für den Transport von Materialien für Präzisionsgeräte eignet, wie z. B. Glassubstrate für Flüssigkristallanzeigergeräte und Siliciumwafer für Halbleiter, sowie sein Herstellungsverfahren.

TECHNISCHER HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0003] Die nachstehenden Offenbarungen können für verschiedene Aspekte der vorliegenden Erfindung relevant sein und lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Bei den Herstellungsverfahren von Präzisionsgeräten, wie z. B. von Flüssigkristallanzeigergeräten und Halbleitern, wird ein Transportelement für den Transport dieser Komponenten eingesetzt. Ein derartiges Transportelement kann in einem Gerät installiert werden, wie z. B. einem Industrieroboter zur Bewegung des Transportelements. Die Komponenten werden auf dem Transportelement angeordnet oder festgehalten und in die gewünschte Position bewegt.

[0004] Transportelemente bestehen gewöhnlich aus einem Metall, wie z. B. aus Aluminium. Mit dem steigenden Bedarf für den Transport von großformatigen Flüssigkristallanzeigergerätekomponenten oder Siliciumwafern ist jedoch ein Transportteil wünschenswert, das aus leichtem kohlefaserverstärktem Kunststoff (CFRP) mit hoher Steifigkeit, geringer Durchbiegung und hoher Hitzebeständigkeit besteht. Nach dem Stand der Technik offenbart die japanische Patentoffenlegungsschrift (Kokai) Nr. 11-354607 einen Greifer eines Transportelements, der ein Laminat aus einer aus Kohlefasern und Polymer geformten Schicht und einer Metallschicht aufweist; die japanische Patentoffenlegungsschrift (Kokai) Nr. 11-354608 offenbart einen Greifer eines Transportelements, der ein Laminat aus einer vorimprägnierten Glasfasermaterialschicht bzw. Prepreg-Schicht aufweist, in der Kohlefasern in einer Richtung angeordnet sind, und die japanische Patentoffenlegungsschrift (Kokai) Nr. 2000-343476 offenbart ein Transportelement, das eine dreilagige Struktur von Hautschichten aus CFRP (kohlefaserverstärkten Kunststoffen) und einer Kernschicht aufweist.

[0005] Bei den Herstellungsverfahren von Präzisionsgeräten, wie z. B. Flüssigkristallanzeigergeräten

und Halbleitern, ist jedoch auch die Verminderung (oder Beseitigung) der statischen Elektrizität wichtig, die sich auf den Komponenten ansammelt. Die statische Elektrizität auf den integrierten Schaltkreis- und Flüssigkristallanzeigerkomponenten verfärbt die Oberfläche, indem sie feine Teilchen in Arbeitsumgebungen erzeugt oder eine zerstörerische Entladung verursacht, so daß die Produkte defekt sind und als Produktionsausbeuteverlust angesehen werden. Wegen der neuen Nachfrage nach elektronischen Bauteilen mit höherem Integrationsgrad und stärkerer Miniaturisierung (im Vergleich zu herkömmlichen elektronischen Bauteilen) ist es erforderlich, die Erzeugung statischer Elektrizität während der Fertigungsprozesse zur Behandlung dieser Komponenten im Vergleich zur herkömmlichen Technologie stärker zu unterdrücken. Die japanische Patentoffenlegungsschrift (Kokai) Nr. 2000-216215 offenbart ein Transportelement aus Kohlefaser-Verbundwerkstoffen, auf die der Halbleiterwafer oder das Flüssigkristallsubstrat aufgebracht wird, und die Oberfläche des Transportelements wird mit Metall beschichtet, um die Streuung von Teilchen, wie z. B. von Kohlepulvern, zu verhindern.

[0006] Im allgemeinen gibt es zwei übliche Verfahren zum Entfernen von statischer Elektrizität: 1) Entladen der statischen Elektrizität durch Erden (d. h. das Erdungsverfahren) und 2) Neutralisieren der statischen Elektrizität durch Erzeugung von Ionen in der Atmosphäre (d. h. das Neutralisierungsverfahren). Der Stand der Technik offenbart die Verwendung von Isoliermaterial, das die Anwendung des Erdungsverfahrens ausschließt. Zum Beispiel offenbart die japanische Patentoffenlegungsschrift (Kokai) Nr. 9-36207 die Technologie der Verwendung von kohlenstoffhaltigem Polyimid-Polymer beim Formen eines Fingers, auf den ein Substrat aufgebracht wird. Ein weiteres Beispiel beinhaltet die japanische Patentveröffentlichung (Kohyo) Nr. 10-509747, die einen Träger aus einem verschleißarmen Verbundstoff offenbart, der ein Ausgangspolymer aufweist, das unter Polyolefin und Polyamid und Füllstoffen aus gemahlener Kohlefaser mit einem bestimmten mittleren Faserdurchmesser ausgewählt ist. Außerdem offenbart die japanische Patentoffenlegungsschrift (Kokai) Nr. 11-106665 ein Transportelement, das aus thermoplastischem Polymer mit vorgegebenem spezifischem Oberflächenwiderstand und faserförmigen leitfähigen Füllstoffen mit vorgegebenem spezifischem Volumenwiderstand besteht.

[0007] Bei Komponenten, die durch das Transportelement aufgenommen und transportiert werden, das aus einem Isolator besteht, wie z. B. aus Kunststoffen und Keramiken, kann das Erdungsverfahren nicht angewandt werden. Um die statische Elektrizität der durch das Transportelement, wie z. B. ein CFRP-Element, transportierten Komponenten zu entfernen, wird daher ausschließlich das Ionenneutralisierungs-

verfahren angewandt. Das Ionenneutralisierungsverfahren kann jedoch auch problematisch sein. Von der Vorrichtung, die zur Erzeugung von Ionen für die Neutralisierung verwendet wird, werden manchmal elektromagnetisches Rauschen, feine Teilchen und Ozon erzeugt, wodurch die Möglichkeit entsteht, daß diese erzeugten Elemente einen negativen Einfluß auf die Fertigungsprozesse haben. Außerdem wird beim Ionenneutralisierungsverfahren manchmal eine Polarisierung erzeugt, die aus dem Anteil der Kationen und Anionen besteht, und es besteht auch die Möglichkeit der Erzeugung einer zusätzlichen statischen Elektrizität.

[0008] Für die Entwicklung von Verfahren zum Entfernen von elektrischer Ladung, die in den Komponenten erzeugt wird, die durch den Transportteil aus einem Isolator wie z. B. CFRP transportiert werden, sind andere Verfahren als das Ionenneutralisierungsverfahren wünschenswert.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0009] Kurz gesagt, wird gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Transportelement für den Transport mindestens eines Gegenstands bereitgestellt, der einen Körper mit einem kohlefaserverstärkten Verbundstoff und ein auf dem Körper angeordnetes, elektrisch leitendes Polymerteil aufweist, wobei das elektrisch leitende Polymerteil einen Abschnitt für den Kontakt mit dem mindestens einen Gegenstand während des Transports des mindestens einen Gegenstands aufweist, und wobei das elektrisch leitende Polymerteil mit mindestens einem Teil des kohlefaserverstärkten Verbundstoffs in dem Körper elektrisch verbunden ist.

[0010] Nach einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Fertigungsverfahren für das Transportelement zum Transport mindestens eines Gegenstands bereitgestellt, der einen Körper mit einem kohlefaserverstärkten Verbundstoff und ein auf dem Körper angeordnetes, elektrisch leitendes Polymerteil aufweist, wobei das Verfahren aufweist:

- a) Herstellen eines Körpers, der einen kohlefaserverstärkten Verbundstoff enthält;
- b) Freilegen zumindest eines Teils der Kohlefasern des kohlefaserverstärkten Verbundstoffs des Körpers; und
- c) Anbringen eines elektrisch leitenden Polymerteils auf dem Körper, so daß zumindest ein Teil der freiliegenden Kohlefasern elektrisch mit dem elektrisch leitenden Polymerteil verbunden wird.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0011] Die Erfindung wird aus der nachstehenden Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen besser verständlich. Dabei zeigen:

[0012] [Fig. 1](#) einen senkrechten Schnitt, der ein Beispiel des Transportteils gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0013] [Fig. 2](#) einen senkrechten Schnitt, der ein weiteres Beispiel des erfindungsgemäßen Transportteils darstellt;

[0014] [Fig. 3](#) eine Draufsicht, die ein weiteres Beispiel des erfindungsgemäßen Transportteils darstellt;

[0015] [Fig. 4](#) eine Draufsicht, die ein weiteres Beispiel des erfindungsgemäßen Transportteils darstellt; Die vorliegende Erfindung wird zwar in Verbindung mit einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung beschrieben, aber es versteht sich, daß keine Beschränkung der Erfindung auf diese Ausführungsform beabsichtigt ist. Sie soll im Gegenteil alle Alternativen, Modifikationen und Äquivalente einschließen, die im Grundgedanken und im Umfang der Erfindung enthalten sein können, wie durch die beigefügten Patentansprüche definiert.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

DEFINITIONEN

[0016] Die folgenden Definitionen werden als Hinweis entsprechend der Art ihrer Verwendung im Kontext der vorliegenden Patentbeschreibung und der beigefügten Patentansprüche gegeben.

1. Körper – Ein Transportelement, das einen Abschnitt aufweist, der den zu transportierenden Gegenstand aufnimmt.
2. Prepreg – Trockenes Gewebe, das so mit einer Harzlösung befeuchtet wird, daß das Harz das trockene Gewebe imprägniert.
3. M6 – ist der metrische Nenndurchmesser einer 6 mm-Gewindebohrung.

[0017] Ein Schlüsselement der vorliegenden Erfindung sind die außergewöhnlichen Kohlefasern auf Pechbasis. Durch Kombination der außergewöhnlichen Kohlefasern auf Pechbasis mit ausgewählten Epoxidpolymeren bietet die vorliegende Erfindung verschiedene Elastizitätsmoduln (z. B. 100 GPa bis über 250 GPa) und Temperaturtauglichkeiten (z. B. 100°C bis über 230°C) und eine Option mit hochreinem Dichtungsmittel.

[0018] Die vorliegende Erfindung offenbart ein leichtes Transportelement mit hoher Steifigkeit, Hitzebeständigkeit und Chemikalienbeständigkeit, das die Transportfähigkeit eines transportierten Gegenstands verbessert. Zum Beispiel werden bei einem Siliciumwafer für einen Halbleiter und bei einem Flüssigkristallglassubstrat, die durch das erfindungsgemäße Transportelement transportiert werden, eine durch die Transportumgebung verursachte Beschä-

digung der transportierten Gegenstände unterdrückt und die statische Elektrizität des transportierten Gegenstands unter Anwendung des Erdungsverfahrens wirksam entfernt. Im Gegensatz zu den Verfahren nach dem Stand der Technik, die nur das Ionenneutralisierungsverfahren nutzen, ermöglicht die vorliegende Erfindung die Anwendung des Erdungsverfahrens.

[0019] Die vorliegende Erfindung weist ein Transportelement zum Transport eines Gegenstands auf, das mit einem Transportelementkörper ausgestattet ist, der einen kohlefaserverstärkten Verbundstoff und ein auf dem Körper angebrachtes elektrisch leitendes Polymer aufweist. Der kohlefaserverstärkte Verbundstoff enthält mindestens eine Schicht aus einem unidirektionalen Prepreg, in dem Kohlefasern im wesentlichen parallel zur Längsrichtung des Körpers angeordnet sind. Der kohlefaserverstärkte Verbundstoff des Körpers enthält mindestens eine Schicht aus einem Gewebe-Prepreg bzw. harz imprägnierten Gewebe, das Kohlefasern enthält, wobei zumindest ein Teil der Kohlefasern des Prepregs und der elektrisch leitende Polymerteil elektrisch miteinander verbunden sind.

[0020] Der kohlefaserverstärkte Verbundstoff des Transportelements weist auf: einen kohlefaserverstärkten Kunststoff (CFRP) und einen kohlefaserverstärkten Kohleverbundstoff (C/C-Verbundstoff). Das CFRP-Material wird bevorzugt. Das Matrixmaterial des kohlefaserverstärkten Verbundstoffs weist auf: ein hitzehärtbares Polymer, ein thermoplastisches Polymer, Kohlenstoff, Keramik, Metall und Gemische davon. Bei der vorliegenden Erfindung werden ein hitzehärtbares Polymer, Kohlenstoff oder ein Gemisch davon als Matrix bevorzugt. Ein hitzehärtbares Polymer weist auf: ein Epoxidharz, Aramid, Bismaleinimid, Phenol, Furan, Harnstoff, ungesättigten Polyester, Epoxyacrylat, Diallylphthalat, Vinylester, hitzehärtbares Polyimid, Melamin und weitere derartige Materialien.

[0021] Das thermoplastische Polymermatrixmaterial für die vorliegende Erfindung weist auf Polyimidharz, Nylon, flüssiges aromatisches Polyamid, Polyester, flüssigen aromatischen Polyester, Polypropylen, Polyethersulfon-Polymer, Polyphenylensulfid, Polyetheretherketon, PEK, PEKK, LCP, Polysulfon, Polyvinylchlorid, Vinyon, Aramid, Fluorpolymer und weitere derartige Materialien. Das keramische Matrixmaterial für die vorliegende Erfindung weist auf Aluminiumoxid, Siliciumdioxid, Titancarbid, Siliciumcarbid, Bornitrid, Siliciumnitrid und weitere derartige Materialien. Metallmatrixmaterialien für die vorliegende Erfindung weisen auf: Titan, Aluminium, Zinn, Silicium, Kupfer, Eisen, Magnesium, Chrom, Nickel, Molybdän, Wolfram und Legierungen, die ein oder mehrere dieser Metalle enthalten.

[0022] Die in dem oben erwähnten kohlefaserverstärkten Verbundstoff enthaltenen Kohlefasern weisen auf: Kohlefasern vom Petrolpech-Typ, Kohlefasern vom Steinkohlenpech-Typ, Polyacrylnitril-(PAN-) Kohlefasern und weitere derartige Fasern. Der spezifische elektrische Widerstand der Kohlefasern beträgt normalerweise 1–30 $\mu\Omega\cdot\text{m}$, und vorzugsweise 1–20 $\mu\Omega\cdot\text{m}$. Der kohlefaserverstärkte Verbundstoff kann nur eine Art von Kohlefasern enthalten und kann auch eine Hybridstruktur aus zwei oder mehreren Arten dieser Kohlefasern enthalten.

[0023] Die Form der in dem kohlefaserverstärkten Verbundstoff verwendeten Kohlefasern schließt eine eindimensionale Verstärkung, zweidimensionale Verstärkung, dreidimensionale Verstärkung, statistische Verstärkung ein, und ähnliche Formen werden entsprechend dem gewünschten Zweck des Transportelements geeignet ausgewählt und übernommen. Zum Beispiel können die Kohlefasern nach Wunsch in Form von Kurzfasern, Gewebe, Faservlies, unidirektionalem Material, zweidimensionalem Gewebe und dreidimensionalem Gewebe vorliegen. Genauer gesagt, die Kohlefasern können in einem Material mit Filz-, Matten-, Geflechtstruktur (d. h. Faservlies mit Kohlefasern, die in parallelen Kreuzen oder in Dreieckform mit Polymerschmelzmasse angeordnet sind), unidirektionalem Material, pseudoisotropem Material, Gewebe mit Leinenbindung, Satin, Gewebe mit Körperbindung, Pseudodünngewebe, verschlungenem bzw. verwirrttem Gewebe verwendet werden, das laminiert wird und in den oben erwähnten kohlefaserverstärkten Verbundstoff eingebracht werden kann.

[0024] Das elektrisch leitende Polymerteil ist zumindest mit einem Teil der Kohlefasern in dem Körper elektrisch verbunden. Der Körper kommt in Kontakt mit dem Gegenstand, wenn der Gegenstand transportiert wird. Ein Abschnitt des elektrisch leitenden Polymerteils befindet sich in Kontakt mit dem darauf angeordneten transportierten Gegenstand. Der Kontakt zwischen dem Gegenstand und dem Körper ist über die Kohlefasern mit dem elektrisch leitenden Polymerteil elektrisch verbunden. Die vorliegende Erfindung bietet ferner einen Kontakt zu einem Erdungsleiter.

[0025] Das elektrisch leitende Polymerteil enthält ein Polyimid-Polymer. Bei der vorliegenden Erfindung weist das Polymermaterial elektrische Leitfähigkeit auf. Zum Beispiel handelt es sich um ein Polymermaterial, in dem ein elektrisch leitender Füllstoff einem hitzehärtbaren oder thermoplastischen Polymer zugesetzt wird. Weitere Materialien für das oben erwähnte Polymermaterial sind unter anderem: ein Fluorpolymer, PEEK, PEKK, PEK, Polyacetat, Nylonpolymer, aromatisches Polyimid, Polyethersulfon, Polyimid, Polyetherimid, Polyamidimid, Polyester, Flüssigkristall-Polymer, Polybenzimidazol, Poly(pa-

raphenylbenzobisaxazol)(PBO), Polyphenylensulfid, Polycarbonat, Polyacrylat, Polyacetal oder ein Gemisch aus zwei oder mehreren dieser Verbindungen. Weitere elektrisch leitende Füllstoffe zum Gebrauch bei der vorliegenden Erfindung sind unter anderem: Metallpulver, Ruß, Kohlefasern, Zinkoxid, Titanoxid, Kaliumtitanat. Bei der vorliegenden Erfindung enthält das Polymermaterial vorzugsweise ein Polyimid mit hervorragender Abriebfestigkeit, Antistatik-Eigenschaft und Chemikalienbeständigkeit; weist Formbeständigkeit und mechanische Verarbeitbarkeit für die Fertigung eines Transportelements auf und beschädigt nicht ohne weiteres Gegenstände, wie z. B. Glassubstrate oder Wafer, wenn es mit ihnen in Kontakt kommt; und erzeugt nicht ohne weiteres Teilchen.

[0026] Bei der vorliegenden Erfindung liegt der spezifische Volumenwiderstand des elektrisch leitenden Polymerteils normalerweise im Bereich von 10^1 – 10^{12} Ω -cm und vorzugsweise im Bereich von 10^4 – 10^5 Ω -cm.

[0027] Außerdem stellt die vorliegende Erfindung ein Fertigungsverfahren zur Herstellung des Transportelements bereit, das die Herstellung eines Transportelementkörpers einschließt, der einen kohlefaserverstärkten Verbundstoff enthält. Durch das Verfahren wird ein Teil der Kohlefasern des Verbundstoffs freigelegt, und auf dem Transportelementkörper wird ein elektrisch leitendes Polymerteil so angebracht, daß es elektrisch mit den freiliegenden Kohlefasern verbunden werden kann. Das elektrisch leitende Polymerteil wird durch Bonden des Transportelementkörpers und des elektrisch leitenden Polymerteils mit einem elektrisch leitenden Klebstoff angebracht. Das Fertigungsverfahren für das Anbringen des elektrisch leitenden Polymerteils umfaßt das Einsetzen des elektrisch leitenden Polymerteils in eine Bohrung oder einen konkaven Teil. Die Bohrung oder der konkave Teil sind so geformt, daß die inneren Kohlefasern des Verbundstoffs freigelegt werden.

[0028] Ein anderer Aspekt der vorliegenden Erfindung ist das Verfahren zur Herstellung eines Transportelements mit elektrischer Leitfähigkeit. Es kann ein dem Fachmann bekanntes Verfahren zur Herstellung von kohlefaserverstärktem Verbundstoff angewandt werden, wie z. B. von CFRP- und C/C-Verbundstoff. Zum Beispiel kann der CFRP hergestellt werden, indem durch Imprägnieren von verstärkenden Kohlefasern mit einem hitzehärtbaren Polymer und anschließendes Laminieren und Aushärten ein Prepreg geformt wird. Es ist jedoch vorzuziehen, den CFRP mit einem vorgeschriebenen Elastizitätsmodul durch Laminieren des Prepregs aus unidirektionalen bzw. einseitig gerichteten verstärkenden Kohlefasern, d. h. des unidirektionalen Prepregs, so herzustellen, daß die Faserrichtung Winkel von 0° und 90° , 0° , $\pm 45^\circ$ und 90° oder 0° , $\pm 60^\circ$ und 90° zur Längsrichtung

des Transportelements bildet.

[0029] Beim Imprägnieren der verstärkenden Kohlefasern mit dem hitzehärtbaren Polymer wird vorzugsweise ein Heißschmelzverfahren angewandt, wonach das Polymer gewöhnlich auf 60 – 90°C erhitzt und dann die Verstärkungsfasern damit imprägniert werden. Der Anteil des hitzehärtbaren Polymers bei der Prepreg-Herstellung beträgt gewöhnlich 20 – 50 Gew.-% und vorzugsweise 25 – 45 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Verstärkungsfasern.

[0030] Wenn notwendig, kann dem Polymer, welches das Prepreg bildet, ein Füllstoff zugesetzt werden. Zu dem Füllstoff gehören: Glimmer, Aluminiumoxid, Talkum, feines pulverförmiges Siliciumdioxid, Wollastonit, Sepiolith, basisches Magnesiumsulfat, Calciumcarbonat, Polytetrafluorethylen-Pulver, Zinkpulver, Aluminiumpulver und feinkörnige organische Teilchen, wie z. B. feinkörnige Acrylteilchen, feinkörnige Epoxid-Polymerteilchen, feinkörnige Polyamidteilchen und feinkörnige Polyurethanteilchen und andere derartige Materialien. Das Prepreg wird in einer geeigneten Form auf das Transportteil auf laminiert und erhitzt und 30 Minuten bis 1 Stunde in einem Autoklaven oder durch eine Presse bei 110 – 150°C ausgehärtet, so daß der CFRP gewonnen werden kann. Bei einem derartigen Verfahren kann CFRP mit stabilen Qualitäten und einem geringen Porenanteil gewonnen werden.

[0031] Der C/C-Verbundstoff kann gleichfalls nach einem bekannten Verfahren hergestellt werden. Zum Beispiel werden Kohlefasern in einer Form verwendet, die den für die oben beschriebene Herstellung von CFRP verwendeten Kohlefasern ähnlich ist. Ein Vorformling (d. h. eine Form, die in einem Zwischenschritt des Verfahrens geformt wird) wird durch Imprägnieren des Vorformlings mit einem Matrixpolymer hergestellt, wie z. B. einem thermoplastischen Polymer und einem hitzehärtbaren Polymer, dann durch Behandlung in einem heißisostatischen Prozeß (HIP) oder einem ähnlichen Verfahren carbonisiert, so daß auf den Kohlefasern die carbonisierte Matrix gebildet werden kann. Die Carbonisierung kann durch Erhitzen des Vorformlings gemäß der obigen Beschreibung auf 500°C , vorzugsweise auf 300°C , in einem Inertgas ausgeführt werden.

[0032] Der C/C-Verbundstoff enthält eine Pechsubstanz, wie z. B. diejenigen, in denen Steinkohlenpech, Petrolpech, synthetisches Pech, isotropes Pech und Pech in der mesomorphen Phase als Rohstoffe verwendet werden. Außerdem ist ein thermoplastisches Polymer enthalten, das Polyimidharz, Phenolpolymer, Epoxidpolymer, Furanpolymer und Harnstoffpolymer aufweisen kann, sowie ein hitzehärtbares Polymer, das Phenolpolymer, Epoxidpolymer, Furanpolymer, Harnstoffpolymer und andere derartige Materialien aufweist.

[0033] Das Pech, das hitzehärtbare Polymer oder thermoplastische Polymer kann auch mit einem Füllstoff vermischt und dem Prozeß zur Ausbildung der Matrix zugeführt werden. Beispiele von Füllstoffen sind unter anderem: Kohlepulver, Graphitpulver, Siliciumcarbidpulver, Siliciumdioxidpulver, Kohlefaserkristalle, Kohlenstoff-Kurzfasern und Silicium-Kohlenstoff-Kurzfasern.

[0034] Ein weiteres Beispiel des Verfahrens zur Herstellung des C/C-Verbundstoffs ist die Ausbildung einer Matrix durch Anlagerung eines thermisch zersetzbaren Kohlenstoffs an Kohlefasern durch Anwendung der chemischen Bedampfung (CVD), der chemischen Dampfinfiltration (CVI) oder eines ähnlichen derartigen Verfahrens, durch das der C/C-Verbundstoff hergestellt werden kann. Der auf diese Weise gewonnene C/C-Verbundstoff kann ferner einer Miniaturisierungsbehandlung ausgesetzt werden. Insbesondere kann die Dichte des Verbundstoffs durch Wiederholen des Matrixausbildungsprozesses verbessert werden.

[0035] Der Körper des Transportelements gemäß der vorliegenden Erfindung kann lediglich aus dem kohlefaserverstärktem Verbundstoff oder aus der Kombination des kohlefaserverstärkten Verbundstoffs und anderer Materialien, wie z. B. glasfaserverstärktem Kunststoff (GFRP) hergestellt werden. Zu den anderen Materialien gehören Strukturen, wie z. B. eine Wabenstruktur, ein poröser Körper oder eine Wellplatte. Der kohlefaserverstärkte Verbundstoff des Transportelements weist eine Reinheit von weniger als 15 ppm Wasser und in einem Vakuum von 10^{-5} Pa mit einem Temperaturzustand von 25°C bis 250°C bei einer Anstiegsgeschwindigkeit von 10°/Minute weniger als 1 ppm Wasserstoffgas entwickelt wird.

[0036] Der Körper kann hergestellt werden, indem der Formkörper, der den durch Anwendung des oben beschriebenen Verfahrens gewonnenen kohlefaserverstärkten Verbundstoff enthält, einem Verfahren ausgesetzt wird, wie z. B. dem Schneiden des Körpers in die gewünschte Form. Mit einer solchen Verarbeitung kann man den Körper mit der gewünschten Form mit hoher Bearbeitungsgenauigkeit erhalten. Ferner kann man leicht eine elektrische Verbindung zwischen den Kohlefasern und dem elektrisch leitenden Polymerteil herstellen, wie nachstehend beschrieben wird. Außerdem können nötigenfalls Beschichtungsmittel auf den Körper aufgebracht werden, um die Entstehung von Teilchen an der Arbeitsoberfläche zu verhindern. Als Beschichtungsmittel kann ein hitzehärtbares Polymer verwendet werden, wie z. B. ein Epoxidpolymer oder Siliconwachs.

[0037] Ein Beispiel des erfindungsgemäßen Transportelementkörpers ist eine längliche plattenförmige Struktur mit Mantelschichten, die an beiden Oberflä-

chen der Platte positioniert sind, und einer zwischen den Mantelschichten liegenden Kernschicht. Die Mantelschichten weisen eine erste kohlefaserverstärkte Verbundstoffschicht auf, die Kohlefasern enthält, die in einem Winkel von -20° bis $+20^{\circ}$ zur Längsrichtung des Transportteils ausgerichtet sind und einen elastischen Zugmodul von 500–1000 GPa aufweisen. Die zweite Schicht ist eine kohlefaserverstärkte Verbundstoffschicht, die Kohlefasern enthält, die in einem Winkel von $+75^{\circ}$ bis $+90^{\circ}$ und/oder von -75° bis -90° zur Längsrichtung des Transportteils ausgerichtet sind und einen elastischen Zugmodul von 200–400 GPa aufweisen. Die Mantelschichten weisen einen dritten kohlefaserverstärkten Verbundstoff auf, der in einem Winkel von $+30^{\circ}$ bis $+60^{\circ}$ und/oder von -30° bis -60° zur Längsrichtung des Transportteils ausgerichtet ist und einen elastischen Zugmodul von 500–1000 GPa aufweist. Der Dickenanteil der drei Mantelschichten an der Gesamtdicke der Mantelschichten und der Kernschicht beträgt 20–80%, vorzugsweise 60–80%. Der Kontakt kann über Kohlefasern der Mantelschichten elektrisch mit dem elektrisch leitenden Polymerteil verbunden werden. Außerdem kann die Kernschicht, zusätzlich zu oder anstelle der oben erwähnten dritten Mantelschicht aus kohlefaserverstärkten Verbundstoff, eine weitere Materialschicht aufweisen, beispielsweise mit einer Wabenstruktur, einer porösen Körperstruktur und/oder einer gewellten Plattenstruktur (Wellplattenstruktur), und es können auch Poren verwendet werden. An der äußersten Fläche des Körpers kann eine Gewebeschicht aus Fasermaterialien, wie z. B. Kohlefasern, angeordnet werden, wodurch die Verarbeitung der Transportelemente leichter wird, als wenn die Gewebeschicht nicht vorhanden wäre. Wenn die Gewebeschichten aus Kohlefasern bestehen, wird außerdem die elektrische Verbindung zwischen dem Kontakt und dem elektrisch leitenden Polymerteil leichter.

[0038] Das erfindungsgemäße Transportelement weist einen Körper mit einem kohlefaserverstärkten Verbundstoff und einem elektrisch leitenden Polymerteil auf, das zumindest mit einem Teil der Kohlefasern im Körper elektrisch verbunden ist und einen Kontaktabschnitt zu einem transportierten Gegenstand aufweist, indem dieser auf den Körper aufgelegt wird. Die Fläche, wo das Transportelement in Kontakt mit dem Gegenstand kommt, kann die Oberfläche am distalen Ende des Transportelements und des elektrisch leitenden Polymerteils sein.

[0039] Bei dem erfindungsgemäßen Transportelement kann die elektrische Verbindung des elektrisch leitenden Polymerteils mit mindestens einem Teil der Kohlefasern des Körpers hergestellt werden durch: Herstellen des Körpers, der den kohlefaserverstärkten Verbundstoff enthält, Freilegen eines Teils der Kohlefasern des Verbundstoffs und Installieren des elektrisch leitenden Polymerteils auf dem Körper, so

daß es mit den freigelegten Kohlefasern elektrisch verbunden werden kann. Das Freilegen der Kohlefasern kann erreicht werden, indem der Transportelementkörper als Formkörper ausgebildet wird, der den kohlefaserverstärkten Verbundstoff enthält, und durch Ausschneiden eines Teils davon ein Loch oder ein konkaver Teil ausgebildet wird. (Zum Beispiel wird bei der Herstellung eines Formkörpers, der einen kohlefaserverstärkten Verbundstoff enthält, dessen Oberfläche normalerweise mit einer Matrix bzw. Einbettungsmasse überzogen, und die Kohlefasern liegen nicht frei. Wenn daher ein Teil des Körpers ausgeschnitten wird, werden die Kohlefasern freigelegt.)

[0040] Die elektrische Verbindung zwischen den freiliegenden Kohlefasern und dem elektrisch leitenden Polymerteil kann erfolgen, indem der Körper und das elektrisch leitende Polymerteil an einem anderen Abschnitt des elektrisch leitenden Polymerteils als dem Abschnitt für den Kontakt mit dem transportierten Gegenstand auf der Oberfläche des Körpers, der die ausgeschnittene Fläche enthält, mit einem elektrisch leitenden Klebstoff gebondet bzw. verklebt werden, oder indem das elektrisch leitende Polymerteil in das Loch oder den konkaven Abschnitt eingesetzt wird, die in dem Prozeß zum Freilegen der Kohlefasern des Körpers gebildet werden. Ein Verfahren zum Bonden des Körpers und des elektrisch leitenden Polymerteils ist jedoch nicht kritisch, und es kann irgendein Verfahren angewandt werden, bei dem das elektrisch leitende Polymerteil zumindest mit einem Teil der den Körper bildenden Kohlefasern und einem anderen Abschnitt, wo ein transportierter Gegenstand damit in Kontakt gebracht werden kann, elektrisch verbunden werden kann.

[0041] Das erfindungsgemäße Transportelement kann mit nur einem elektrisch leitenden Polymerteil oder mit mehreren elektrisch leitenden Polymerteilen ausgestattet sein. Wenn mehrere elektrisch leitende Polymerteile verwendet werden, können eins oder mehrere von ihnen mit den Kohlefasern elektrisch verbunden werden.

[0042] Das erfindungsgemäße Transportelement kann ferner mit einem Kontakt zu einem Erdungsleiter ausgestattet werden. Der oben erwähnte Kontakt wird über zumindest einen Teil der Kohlefasern elektrisch mit dem elektrisch leitenden Polymerteil verbunden, so daß die statische Elektrizität eines Gegenstandes, der in Kontakt mit dem elektrisch leitenden Polymerteil kommt, durch das Erdungsverfahren entfernt werden kann. Der oben erwähnte Kontakt kann einfach der Kontakt an der freiliegenden Oberfläche der Kohlefasern sein, der durch Ausschneiden des Körpers gebildet wird, oder er kann auch eine gewünschte Metallelektrode sein.

[0043] Die Form des erfindungsgemäßen Transportelements kann länglich sein, wie oben erwähnt, je-

doch können verschiedene Formen zur Verwendung bei der vorliegenden Erfindung gewählt werden, einschließlich einer Plattenform, Stabform, Gabelform, Wabenform, einer Hohlstabform, T-Form, I-Form, einer Form mit gekrümmter Oberfläche oder einer kombinierten Form. Typischerweise kann das erfindungsgemäße Transportelement an seinem distalen Ende eine Kontaktfläche mit dem transportierten Gegenstand aufweisen, oder es kann den Kontakt an seinem proximalen Ende aufweisen. Das erfindungsgemäße Transportelement kann eine Form aufweisen, in der nur das elektrisch leitende Polymerteil in Kontakt mit dem transportierten Gegenstand kommt und diesen trägt, oder eine Form, in der sowohl das elektrisch leitende Polymerteil, als auch der Körper in Kontakt mit dem transportierten Gegenstand kommen und ihn tragen. Das proximale Ende ist an einer Vorrichtung zur Bewegung des Transportelements befestigt, wie z. B. an einem Industrieroboter. Die Vorrichtung wird so betrieben, daß der zu transportierende Gegenstand am distalen Ende aufgelegt oder festgehalten wird, um den Transport des Gegenstands zu ermöglichen.

[0044] Nachstehend wird für eine detaillierte Beschreibung der vorliegenden Erfindung auf die Zeichnungen Bezug genommen. Beispiele des erfindungsgemäßen Transportelements werden im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert.

[0045] [Fig. 1](#) zeigt ein Beispiel des erfindungsgemäßen Transportelements. [Fig. 1](#) ist eine Schnittansicht, in der das Transportelement im vertikalen Schnitt dargestellt wird, der seine Längsrichtung einschließt. Ein Körper **11** hat eine längliche Plattenform, besteht aus einem kohlefaserverstärkten Verbundstoff und weist einen konkaven Teil **15** an der Oberseite seines distalen Endes auf. Der konkave Teil **15** wird durch Formen eines Formkörpers, der aus einem kohlefaserverstärkten Verbundstoff besteht, und Zuschneiden des Formkörpers in die dargestellte Form hergestellt. Ein elektrisch leitendes Polymerteil **12** weist einen konvexen Teil auf, der in den konkaven Teil **15** paßt, und wird mittels eines elektrisch leitenden Klebstoffs oder durch Einpressen in den konkaven Teil **15** in dem Körper **11** montiert. Am proximalen Ende des Körpers **11** ist ein Kontakt **16** an einem Erdungsleiter **14** installiert und mit dem Erdungsleiter **14** verbunden. Im eigentlichen Gebrauch kann der Kontakt **16** direkt mit dem Erdungsleiter **14** verbunden werden oder kann auch über eine Vorrichtung geerdet werden, wie z. B. über einen Industrieroboter zum Bewegen des Transportelements. Der Kontakt **16** kann auch eine Struktur aufweisen, die an jede Erdungsform angepaßt ist. Der Körper **11** wird durch Laminieren von unidirektionalen Prepreglagen geformt. Im Körper **11** sind ein Teil oder alle Kohlefasern im wesentlichen parallel zur Längsrichtung des Körpers **11** angeordnet, das heißt in Richtung von der distalen zur proximalen Position. Auf

diese Weise werden das elektrisch leitende Polymer-
teil **12** und der Kontakt **16** über die Kohlefasern des
Körpers **11** elektrisch miteinander verbunden, und
beim Transport eines Gegenstands kommt der Ge-
genstand in Kontakt mit dem elektrisch leitenden Po-
lymerteil **12**, so daß ein Strom in Richtung des Pfeils
13 fließt, wodurch der Strom abgeleitet wird.

[0046] Nachstehend wird Bezug auf [Fig. 2](#) genom-
men, die einen senkrechten Schnitt eines anderen
Beispiels des erfindungsgemäßen Transportele-
ments darstellt. In einem Körper **21** des Transportele-
ments ist eine Bohrung **25** ausgebildet, die in Dicken-
richtung in den Körper **21** eindringt, und ein elektrisch
leitendes Polymerteil **22** mit einer zu der Bohrung **25**
passenden Form ist darin montiert. Der Erdungsleiter
24 ist auf ähnliche Weise wie in [Fig. 1](#) beschrieben
mit dem Kontakt **26** verbunden. Das elektrisch leiten-
de Polymerteil **22** ist mit einem Kontakt **26** über Koh-
lefasern verbunden, die im wesentlichen parallel zur
Längsrichtung des Körpers **21** angeordnet sind, d. h.
in Richtung von der distalen Position zur proximalen
Position im Körper **21**. Auf diese Weise kommt beim
Transport eines Gegenstands der Gegenstand in
Kontakt mit dem elektrisch leitenden Polymerteil **22**,
so daß ein Strom in Richtung des Pfeils **23** fließt, wo-
durch der Strom abgeleitet (d. h. die statische Elektri-
zität entladen) wird.

[0047] Nachstehend wird Bezug auf [Fig. 3](#) genom-
men, die eine Draufsicht eines Beispiels des erfin-
dungsgemäßen Transportelements zeigt. Ein Körper
31 hat eine gabelförmige Struktur, und in jedem sei-
ner verzweigten Enden ist ein elektrisch leitendes Po-
lymerteil **32** montiert. Der Körper **31** wird durch Lami-
nieren von Gewebe-Prepreglagen geformt. Im Kör-
per **31** kreuzen sich Kohlefasern in den Gewebe-Pre-
pregs und erstrecken sich in Längsrichtung und in
Breitenrichtung des Transportelementkörpers **31**.
Daher ist das elektrisch leitende Polymerteil **32** über
die Kohlefasern elektrisch mit einem Kontakt **36** ver-
bunden, und beim Transport eines Gegenstands
kommt der Gegenstand in Kontakt mit dem elektrisch
leitenden Polymerteil **32**, so daß ein Strom in der
Pfeilrichtung **33** fließt und dadurch der Strom abgelei-
tet (d. h. die statische Elektrizität entladen) wird. Der
Erdungsleiter **34** ist auf ähnliche Weise wie in [Fig. 1](#)
beschrieben mit dem Kontakt **36** verbunden.

[0048] Nachstehend wird Bezug auf [Fig. 4](#) genom-
men, die eine Draufsicht zeigt, die ein weiteres Bei-
spiel des erfindungsgemäßen Transportelements
darstellt. Der Körper **41** hat eine gabelförmige Struk-
tur. Im Körper **41** sind ein Teil oder alle Kohlefasern
im wesentlichen parallel zur Längsrichtung angeord-
net, d. h. in Richtung von der distalen Position zur
proximalen Position des Körpers **41**. Ein elektrisch
leitendes Polymerteil **42** ist in einer in [Fig. 4](#) darge-
stellten Position montiert, so daß es über die Kohle-
fasern elektrisch mit einem Kontakt **46** verbunden ist.

Der Erdungsleiter **44** ist auf ähnliche Weise wie in
[Fig. 1](#) mit dem Kontakt **46** verbunden. Auf diese Wei-
se kommt beim Transport eines Gegenstands der
Gegenstand in Kontakt mit dem elektrisch leitenden
Polymerteil **42**, so daß ein Strom in der Pfeilrichtung
43 fließt und dadurch der Strom abgeleitet (d. h. die
statische Elektrizität entladen) wird.

[0049] Das erfindungsgemäße Transportelement
weist einen Körper mit einem kohlefaserverstärkten
Verbundstoff sowie ein elektrisch leitendes Polymer-
teil auf, das zumindest mit einem Teil der Kohlefasern
in dem Körper elektrisch verbunden ist und einen Ab-
schnitt für den Kontakt mit einem transportierten Ge-
genstand durch Auflegen des Gegenstands aufweist,
kann die Transportierbarkeit eines transportierten
Gegenstands, wie z. B. eines Siliciumwafers für Halb-
leiter und eines Flüssigkristall-Glassubstrats, durch
ein Transportelement verbessern, eine durch eine
Transportumgebung verursachte Beschädigung der
transportierten Gegenstände unterdrücken und leicht
hergestellt werden, und weist wegen des Körpers,
der einen faserverstärkten Verbundstoff und das mit
dem Körper verbundene elektrisch leitende Polymer
aufweist, Leichtigkeit, hohe Steifigkeit und hohe Hit-
zebeständigkeit auf, und kann außerdem die stati-
sche Elektrizität eines Gegenstands durch das Er-
dungsverfahren wirksam ableiten. Daher können
Komponenten wie z. B. großformatige Glassubstrate
und Wafer, die eine genaue Arbeitsweise erfordern,
vorteilhaft transportiert werden, ohne ihre Qualitäten
und ihre Ausbeute zu vermindern. Folglich ist das
Transportteil bei den Fertigungsverfahren von Gerä-
ten, wie z. B. Präzisionsgeräten, sehr gut verwend-
bar. Auch bei dem Verfahren zur Herstellung des er-
findungsgemäßen Transportelements kann das oben
erwähnte Transportteil auf einfache Weise gefertigt
werden.

BEISPIELE

[0050] Die folgenden Anwendungsbeispiele und
Vergleichsbeispiele sind zur weiteren Erläuterung der
Erfindung vorgesehen und sollen die vorliegende Er-
findung nicht auf die beschriebenen Beispiele ein-
schränken.

BEISPIEL 1

[0051] Ein Transportelement mit einem elektrisch
leitenden Polymerteil und einem aus kohlefaserver-
stärktem Kunststoff (CFRP) bestehenden Körper
wurde hergestellt. Zunächst wurde eine Mantel-
schicht unter Verwendung von Pechkohlefaser her-
gestellt. Kohlefasern vom Pech-Typ mit einem Zuge-
lastizitätsmodul von 800 GPa wurden unidirektional
gestreckt, ausgerichtet und mit einem Epoxidpolymer
imprägniert, so daß unidirektionale Prepreglagen
hergestellt wurden. Mehrere Prepregs wurden so la-
miniert, daß die Kohlefasern unter einem Winkel von

0° (d. h. in der gleichen Richtung) zur Längsrichtung des Transportteils ausgerichtet waren. Die laminierten Lagen wurden in einem Autoklaven behandelt, so daß eine Mantelschicht mit einer Dicke von etwa 1,3 mm hergestellt wurde.

[0052] Als nächstes wurde die Kernschicht hergestellt. Kohlefasern vom Pech-Typ mit einem Zugelastizitätsmodul von 600 GPa wurden unidirektional gestreckt, ausgerichtet und mit einem Epoxidpolymer imprägniert, so daß unidirektionale Prepreglagen hergestellt wurden. Mehrere Prepregs wurden so laminiert, daß die Kohlefasern in einem Winkel von 90° zur Längsrichtung des Transportteils ausgerichtet waren. Die laminierten Lagen wurden in einem Autoklaven behandelt, so daß eine Kernschicht mit einer Dicke von etwa 1,5 mm hergestellt wurde.

[0053] Als nächstes wird der Körper aus CFRP hergestellt. Die oben beschriebene Kernschicht wurde zwischen zwei oben beschriebenen Mantelschichtlagen eingefügt und mit leitfähigem hitzehärtbarem Klebstoff verklebt, so daß man ein Laminat mit den Mantelschichten an der Ober- und Unterseite und der dazwischen liegenden Kernschicht erhielt. Auf die Oberflächen der beiden Mantelschichten wurde ein Gewebe-Prepreg (Satin, Dicke etwa 0,1 mm) aus Kohlefasern mit einem Zugelastizitätsmodul von 230 GPa aufgeklebt, um eine Gewebeschicht zu bilden, und dann unter Druck erhitzt, wodurch man eine CFRP-Platte erhielt. In der CFRP-Platte wurde eine M6-Gewindebohrung zur Installation angebracht, so daß ein Körper mit einer Länge von 600 mm, einer Breite von 240 mm und einer Dicke von 4,3 mm geformt wurde.

[0054] Als nächstes wird das Transportelement hergestellt. Am distalen Ende der Oberseite des CFRP-Körpers (hergestellt gemäß der obigen Beschreibung) wurden in Dickenrichtung drei Bohrungen mit einem Innendurchmesser von 3 mm angebracht. Drei Blöcke aus einem elektrisch leitenden Polymer mit einem spezifischen Volumenwiderstand von $10^4 \Omega \cdot \text{cm}$, die in diese Bohrung passende konkave Teile aufwiesen und ein Polyimid-Polymer (Vespe[®] SP-102, beziehbar von DuPont) enthielten, wurden durch Einpressen in jeder dieser Bohrungen installiert, so daß ein Transportelement erzeugt wurde.

BEISPIEL 2

[0055] Die ersten drei Schritte von Beispiel 1 gelten auch für dieses Beispiel. Als nächstes wurde dann eine alternative Ausführungsform des Transportelements hergestellt. Am distalen Ende der Oberseite des in Beispiel 1 geformten Körpers wurden drei Bohrungen mit einem Innendurchmesser von 3 mm und einer Tiefe von 1 mm angebracht. Drei Blöcke aus einem elektrisch leitenden Polymer mit einem spezifischen Volumenwiderstand von $10^4 \Omega \cdot \text{cm}$, die in diese

Bohrungen passende konkave Teile aufwiesen und ein Polyimidpolymer (Vespe[®] SP-102, beziehbar von DuPont) enthielten, wurden durch Einpressen in jeder dieser Bohrungen installiert, so daß ein Transportelement erzeugt wurde.

BEISPIEL 3

ENTELEKTRISIERUNGSTEST DER STATISCHEN ELEKTRIZITÄT

[0056] Die in den Beispielen 1 und 2 erhaltenen Transportelemente wurden jeweils in einer Transportvorrichtung installiert, und dann wurden die Transportelemente geerdet. Als nächstes wurde ein Siliciumwafer mit einem Durchmesser von etwa 300 mm, der ein zu transportierender Gegenstand war, mit Hilfe einer Stromquelle für beschleunigte Aufladung auf etwa 2 kV aufgeladen. Als nächstes wurde der geladene Siliciumwafer so aufgelegt, daß er in Kontakt mit drei Polymerblöcken der Transportelemente kommen konnte, dann über eine Zeitspanne von etwa 3 Sekunden gehalten, so daß die Spannungsaufladung durch das elektrisch leitende Transportelement abgeleitet werden konnte. Die Aufladungsspannung des Wafers wurde dann mit einem elektrostatischen Spannungsmesser (von Shishido Electrostatics, Ltd., Modell STATIRON DZ3) gemessen, um die Funktion des elektrisch leitenden Transportelements zu überprüfen. Mit dem Spannungsmesser wurde gemessen, daß die Spannungsaufladung des Wafers nach einem Kontakt von drei (3) Sekunden mit dem Transportelement auf einen Wert von weniger als 200 V abgeleitet wurde, wodurch bestätigt wurde, daß die Ableitung von statischer Elektrizität wirksam ausgeführt wurde.

VERGLEICHBSBEISPIEL

[0057] In diesem Vergleichsbeispiel wurde ein Transportelement aus Keramik hergestellt. In einer Aluminiumplatte mit einer Länge von 600 mm, einer Breite von 240 mm und einer Dicke von 4,3 mm wurde eine M6-Gewindebohrung angebracht, so daß ein Körper erzeugt wurde. Ähnlich wie in den oben beschriebenen Beispielen 1 und 2 wurden drei Blöcke aus einem elektrisch leitenden Polymer, die ein Polyimid-Polymer enthielten und einen spezifischen Volumenwiderstand von $10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ aufwiesen, in dem Körper installiert, so daß Transportelemente geformt wurden. Diese Transportelemente wurden einem Test unterworfen, um festzustellen, ob die statische Elektrizität ähnlich wie im oben beschriebenen Beispiel 3 abgeleitet wird. Im Gegensatz zu Beispiel 3 wurde bestätigt, daß sich die Aufladungsspannung des Siliciumwafers vor und nach dem Test selten änderte, und daß die statische Elektrizität bei einer Messung nach drei (3) Sekunden nicht abgeleitet werden konnte und auf einem Wert von mehr als 1600 V blieb. (Die Spannung wurde mit einem elek-

trostatischen Spannungsmesser von Shishido Electrostatics, Ltd., Modell STATIRON DZ3, gemessen.)

[0058] Es ist daher offensichtlich, daß gemäß der vorliegenden Erfindung ein Transportelement mit elektrischer Leitfähigkeit sowie dessen Fertigungsverfahren bereitgestellt worden ist, das die weiter oben dargelegten Ziele und Vorteile vollständig erreicht. Die vorliegende Erfindung ist zwar in Verbindung mit einer konkreten Ausführungsform der Erfindung beschrieben worden, aber augenscheinlich werden viele Alternativen, Modifikationen und Varianten für den Fachmann offensichtlich sein. Dementsprechend soll die Erfindung alle derartigen Alternativen, Modifikationen und Varianten umfassen, die im Rahmen des Grundgedankens und des allgemeinen Umfangs der beigefügten Patentansprüche liegen.

Patentansprüche

1. Transportelement für den Transport mindestens eines Gegenstands in Herstellungsverfahren von Präzisionsgeräten, wie z. B. Flüssigkristallanzeigergeräte und Halbleiter, wobei das Transportelement aufweist:

einen Körper mit einem kohlefaserverstärkten Verbundstoff; gekennzeichnet durch ein auf dem Körper angeordnetes, elektrisch leitendes Polymerteil, wobei das elektrisch leitende Polymerteil einen Abschnitt für den Kontakt mit dem mindestens einen Gegenstand während des Transports des mindestens einen Gegenstands aufweist, und wobei das elektrisch leitende Polymerteil mit mindestens einem Teil des kohlefaserverstärkten Verbundstoffs in dem Körper elektrisch verbunden ist.

2. Transportelement nach Anspruch 1, wobei der kohlefaserverstärkte Verbundstoff eine Reinheit von weniger als 15 ppm Wasser aufweist, und wobei in einem Vakuum von 10^{-5} Pa mit einem Temperaturzustand von 25°C bis 250°C bei einer Anstiegsgeschwindigkeit von 10°/Minute weniger als 1 ppm Wasserstoffgas entwickelt wird.

3. Transportelement nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Körper ein proximales Ende aufweist, an dem ein Massekontakt zu einem Erdungsleiter vorgesehen ist, und wobei der Kontakt des Gegenstands durch mindestens einen Teil der Kohlefasern mit dem elektrisch leitenden Polymerteil elektrisch verbunden ist.

4. Transportelement nach Anspruch 1 oder 3, wobei der kohlefaserverstärkte Verbundstoff des Körpers mindestens eine Schicht aus einem einseitig gerichteten vorimprägnierten Glasfasermaterial mit im wesentlichen parallel zu einer Längsrichtung des Körpers angeordneten Kohlefasern aufweist, und wobei zumindest ein Teil der Kohlefasern des einsei-

tig gerichteten vorimprägnierten Glasfasermaterials und das elektrisch leitende Polymerteil elektrisch miteinander verbunden sind.

5. Transportelement nach Anspruch 1 oder 3, wobei der kohlefaserverstärkte Verbundstoff des Körpers mindestens eine Schicht aus einem vorimprägnierten Glasfasergewebe aufweist, das Kohlefasern enthält, und wobei zumindest ein Teil der Kohlefasern des vorimprägnierten Gewebes und das elektrisch leitende Polymerteil elektrisch miteinander verbunden sind.

6. Transportelement nach einem der Ansprüche 1–5, wobei das elektrisch leitende Polymerteil eine oder mehrere der folgenden Verbindungen aufweist: ein Polyimid, Epoxidharz, Aramid, Bismaleimid, Phenol, Furan, Harnstoff, ungesättigten Polyester, Epoxyacrylat, Diallylphthalat, Vinylester, Melamin, Nylonpolymer, flüssiges aromatisches Polyamid-Polymer, Polyester-Polymer, flüssiges aromatisches Polyester-Polymer, Polypropylen-Polymer, Polyethersulfon-Polymer, Polyphenylensulfid-Polymer, Polyetheretherketon-Polymer, Polyetherketon-Polymer, Polysulfon-Polymer, Polyvinylchlorid-Polymer, Vinylon-Polymer, Aramid-Polymer, Flüssigkristallpolymer, Poly(paraphenylenebenzobisaxazol) oder Fluorpolymer.

7. Fertigungsverfahren für das Transportelement nach einem der Ansprüche 1–6, das aufweist:

- a) Herstellen eines Körpers, der einen kohlefaserverstärkten Verbundstoff enthält;
- b) Freilegen zumindest eines Teils der Kohlefasern des kohlefaserverstärkten Verbundstoffs des Körpers; und
- c) Anbringen eines elektrisch leitenden Polymerteils auf dem Körper, so daß zumindest ein Teil der freiliegenden Kohlefasern elektrisch mit dem elektrisch leitenden Polymerteil verbunden wird.

8. Fertigungsverfahren nach Anspruch 7, wobei das elektrisch leitende Polymerteil unter Verwendung eines elektrisch leitenden Klebstoffs auf dem Körper angebracht wird.

9. Fertigungsverfahren nach Anspruch 7, wobei der Anbringungsschritt das Einsetzen des elektrisch leitenden Polymerteils in eine definierte Öffnung oder ein konkaves Teil aufweist, das geformt wird, um zumindest einen Teil der Kohlefasern freizulegen.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

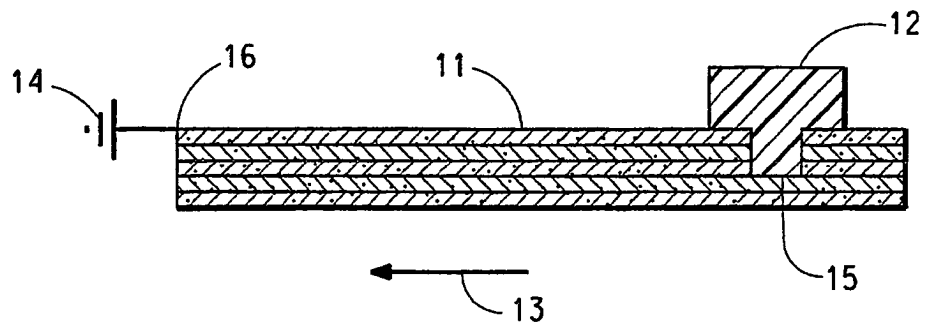


FIG. 1

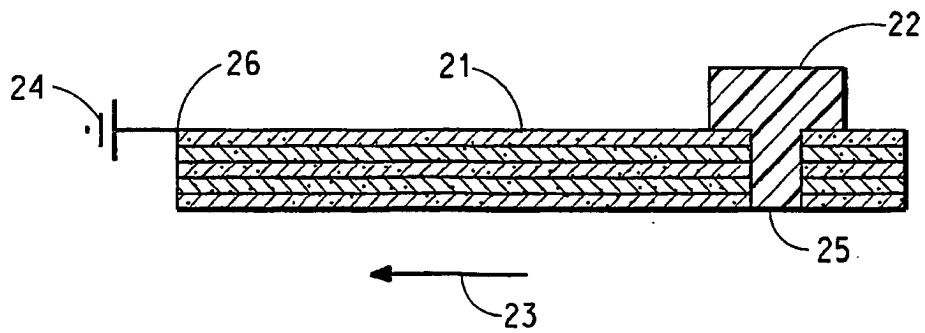


FIG. 2

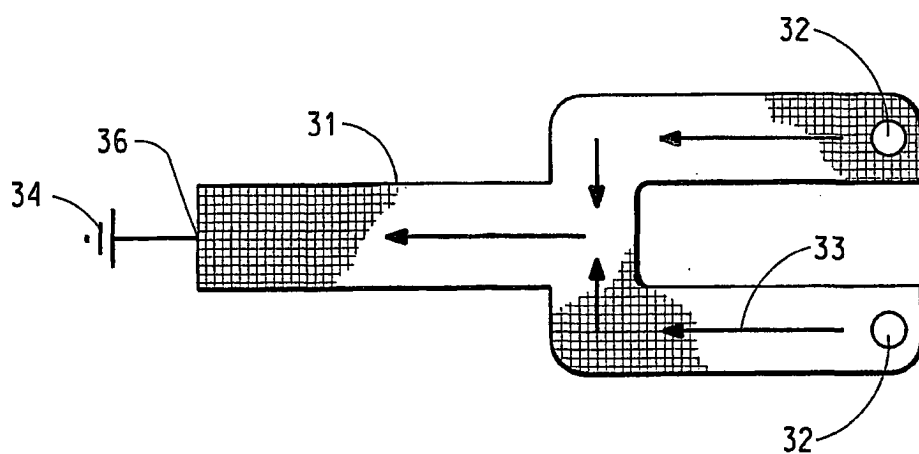


FIG. 3

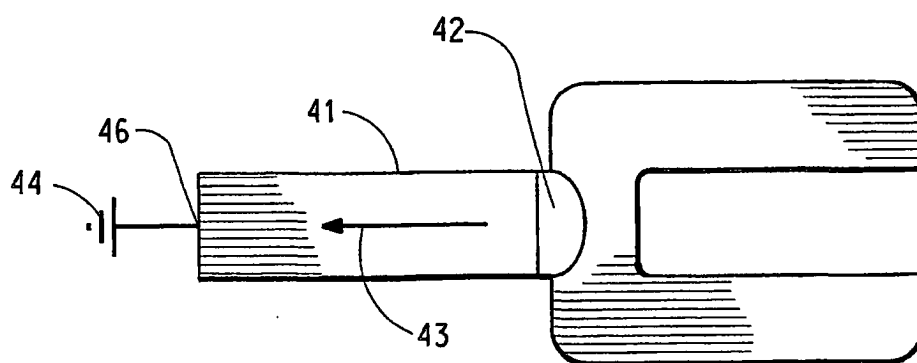


FIG. 4