



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 33 073 A1** 2004.05.13

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 33 073.9**
(22) Anmeldetag: **21.07.2003**
(43) Offenlegungstag: **13.05.2004**

(51) Int Cl.7: **G21F 1/08**
H05G 1/02, H01J 35/16

(30) Unionspriorität:
10/280,905 25.10.2002 US

(74) Vertreter:
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049 Pullach

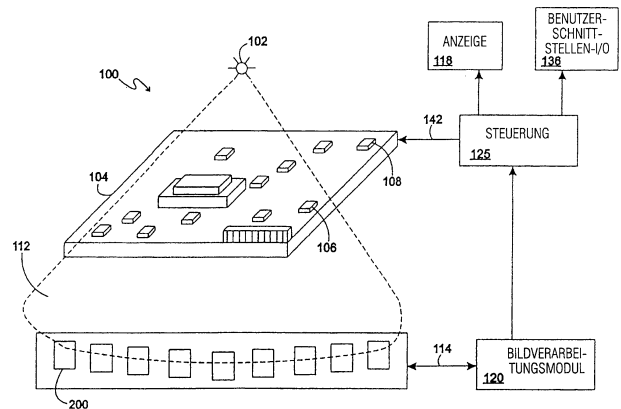
(71) Anmelder:
Agilent Technologies, Inc. (n.d.Ges.d.Staates Delaware), Palo Alto, Calif., US

(72) Erfinder:
Batten, Patrick A., Ft. Collins, Col., US; Schank, Troy C., Atlanta, Ga., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kondensiertes Wolfram-Verbundmaterial und Verfahren zum Herstellen und Abdichten einer Strahlungsabschirmungsumhüllung**

(57) Zusammenfassung: Materialien und Verfahren zum Herstellen von Strahlungsabschirmungsumhüllungen werden vorgelegt, die die Verwendung von Blei, Granit und anderen unerwünschten Materialien und Herstellungsverfahren ersetzen können. Die vorliegende Erfindung liefert eine Strahlungsabschirmungsumhüllung mit hoher Dichte, die unter Verwendung eines Glasfaser-Schichtungs- oder Drucksprühverfahrens und von Wolframpulver hergestellt ist. Das Verfahren zur Herstellung kann ein Aufbringen eines Wolframpulvers in einer Epoxid-, Versteigungs-, Dichtungsmittel-, Haft- oder Elastomerverbindung auf die Strahlungsabschirmungsumhüllung umfassen, um Risse, Löcher, Verbindungsstellen oder andere Strahlungslecks abzudichten.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf das Gebiet einer Strahlungsabschirmung und insbesondere auf Materialien und Verfahren zum Herstellen von Strahlungsabschirmungsumhüllungen und Abdichten von Strahlungslecks in Strahlungsabschirmungsumhüllungen.

[0002] Es gibt zahlreiche Verwendungen für einen Röntgenstrahl-Abschirmungsbehälter, wie zum Beispiel medizinische Röntgenstrahlmaschinen und industrielle Sichtkontrollmaschinen. Eine Röntgenstrahlerfassung wird zum Beispiel verwendet, um dichte Objekte, wie zum Beispiel menschliche Knochen, die sich innerhalb des Körpers befinden, abzubilden. Eine weitere Anwendung einer Röntgenstrahlerfassung und -Bildherzeugung besteht in dem Gebiet eines zerstörungsfreien Testens elektronischer Vorrichtungen. Eine Röntgenstrahlbildherzeugung wird zum Beispiel verwendet, um die Qualität von Lötmaterial zu bestimmen, das verwendet wird, um Elektronikvorrichtungen und Module mit gedruckten Schaltungsplatinen zu verbinden.

[0003] Eine Röntgenstrahlbildherzeugung funktioniert durch ein Leiten einer elektromagnetischen Energie bei Wellenlängen von etwa $0,1$ bis 100×10^{-10} Meter (m) durch das Ziel, von dem ein Bild erzeugt werden soll. Die Röntgenstrahlen werden durch ein Empfängerelement empfangen, das als ein Röntgenstrahldetektor bekannt ist, auf den eine Schattensmaske, die den Objekten innerhalb des Ziels entspricht, eingeprägt wird. Dunkle Schatten entsprechen dichten Regionen in dem Ziel und helle Schatten entsprechen weniger dichten Regionen in dem Ziel. Auf diese Weise können dichte Objekte, wie zum Beispiel Lötmaterial, das Schwermetalle, wie zum Beispiel Blei, enthält, visuell von weniger dichten Regionen unterschieden werden. Dies ermöglicht es, daß die Lötmaterialverbindungen ohne weiteres geprüft werden können.

[0004] Eine Röntgenstrahlstrahlung ist für Lebewesen und die Umwelt gefährlich. Deshalb ist eine Röntgenstrahlrausrüstung üblicherweise innerhalb eines Röntgenstrahlabschirmungsbehälters enthalten.

[0005] Die Abschirmungsbehälter in Röntgenstrahlanwendungen wurden üblicherweise aus geschweißten Stahlrahmen mit Platten aus Blei oder Schichten aus Granit, die zur Abschirmung angebracht waren, gebildet. Eine Plattenbleiabschirmung ist sehr teuer und die Schichten aus Blei sind schwierig an einer Umhüllung anzubringen, um eine abgeschirmte Umhüllung zu bilden. Eine Bleiumhüllung erfordert üblicherweise Stahl oder eine andere äußere Umhüllung, um die Bleiabschirmung vor einer Beschädigung zu schützen. Blei ist außerdem ein stark toxisches Material, was die Verwendung desselben in medizinischen, industriellen und kommerziellen Umgebungen unerwünscht macht. Es ist außerdem sehr schwierig, Löcher, Risse, Verbindungsstellen, Nähte oder andere Leckpunkte in einer Bleiumhüllung ab-

zudichten.

[0006] Obwohl Granit kein toxisches Material ist, leiden Granitabschirmungsumhüllungen an vielen der gleichen Mängel wie Bleiabschirmungsumhüllungen. Granit ist auch sehr schwer und es ist schwierig, mit demselben herzustellen und zu arbeiten. Da das größte Strahlungsleck um Nähte, Verbindungsstellen oder Löcher herum auftritt, muß Granit für große medizinische und industrielle Umhüllungen in großen Schichten bearbeitet werden. Dies macht eine Bearbeitung und einen Transport einer Granitumhüllung aufgrund des Gewichtes der Umhüllung sehr schwierig. Ferner weisen Granitverbundstoffe üblicherweise schlechte Strahlungsabschirmungscharakteristika auf.

[0007] Folglich besteht ein Bedarf nach einer für die Umwelt sicheren, billigen, leichten Strahlungsabschirmungsumhüllung mit guten Strahlungsabschirmungseigenschaften. Insbesondere besteht ein Bedarf nach einer Strahlungsabschirmungsumhüllung, die aus einem anderen Abschirmungsmaterial als Blei oder Granit hergestellt ist.

[0008] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein System oder ein Verfahren zu schaffen, mit deren Hilfe Strahlungsabschirmungsumhüllungen auf eine umwelt- und gesundheitsfreundlichere Weise als mit Blei oder Granit hergestellt werden können.

[0009] Diese Aufgabe wird durch ein System gemäß Anspruch 1 oder ein Verfahren gemäß Anspruch 13 gelöst.

[0010] Eine Vorrichtung zum Umhüllen und Abschirmen einer Röntgenstrahlbildherzeugungs- und Inspektionsausrüstung unter Verwendung von Wolfram anstelle von Blei oder Granit wird bereitgestellt. Die Strahlungsabschirmungsumhüllung kann mit einem Schichtungsverfahren unter Verwendung von kondensiertem Wolframpulver in einem Epoxid- oder Polyestersubstrat und Glasfaser- oder einem anderen Gewebeschichtmaterial hergestellt werden, um eine Form der Umhüllung zu bedecken und/oder eine Strukturverstärkung zu liefern.

[0011] Die Strahlungsabschirmungsumhüllung kann auch mit einem Drucksprühverfahren unter Verwendung von kondensiertem Wolframpulver, Schnitffasern und einem Epoxid-, Polyester oder einem anderen geeigneten Substrat, das unter Druck gesetzt und auf eine Form der Umhüllung gesprüht werden kann, hergestellt werden. Ein Verfahren zum Abdichten von Rissen, Nähten, Löchern und Lecks in einem Röntgenstrahlrausrüstungsbehälter wird bereitgestellt.

[0012] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Bezug nehmend auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen gleiche Bezugszeichen die gleichen oder ähnliche Komponenten anzeigen. Es zeigen:

[0013] **Fig. 1** ein schematisches Diagramm, das ein exemplarisches Röntgenstrahlbildherzeugungssystem darstellt;

[0014] **Fig. 2** eine Strahlungsabschirmungsumhül-

lung gemäß der Erfindung;

[0015] **Fig. 3** ein Flußdiagramm eines Verfahrens zum Bilden einer Strahlungsabschirmungsumhüllung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0016] **Fig. 4** ein Flußdiagramm eines Verfahrens zum Abdichten von Strahlungslecks in einer Strahlungsabschirmungsumhüllung gemäß der vorliegenden Erfindung; und

[0017] **Fig. 5** ein Flußdiagramm eines Verfahrens zum Bilden einer Strahlungsabschirmungsumhüllung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0018] Wie in den Zeichnungen zu Darstellungszwecken gezeigt ist, bezieht sich die vorliegende Erfindung auf Techniken zum Bereitstellen einer Strahlungsabschirmungsumhüllung. Während Ausführungsbeispiele der Erfindung unten besonders Bezug nehmend auf ein Röntgenstrahlbilderzeugungssystem und mit besonderer Darstellung eines Röntgenstrahlbilderzeugungssystems zum Prüfen von Lötmitte auf gedruckten Schaltungsplatinen (PCB) beschrieben sind, sind dieselben auf andere Röntgenstrahlssysteme anwendbar.

[0019] Bezug nehmend auf die Zeichnungen stellt **Fig. 1** ein exemplarisches Röntgenstrahlbilderzeugungssystem **100** dar, in dem sich ein Röntgenstrahldetektor **200** befindet. Das Röntgenstrahlbilderzeugungssystem **100** umfaßt eine Röntgenstrahlquelle **102** und eine Mehrzahl von Röntgenstrahldetektoranordnungen, wobei eine exemplarische derselben unter Verwendung des Bezugszeichens **200** dargestellt ist. Eine Mehrzahl von Röntgenstrahldetektoren **200** wird üblicherweise auf einer Röntgenstrahldetektorstrahlanordnungshalterung (im folgenden Detektorhalterung genannt) **110** getragen.

[0020] Die Röntgenstrahldetektoren **200** und die Detektorhalterung **110** sind über eine Verbindung **114** mit einem Bildverarbeitungsmodul **120** gekoppelt. Das Bildverarbeitungsmodul **120** ist über eine Verbindung **138** mit einer Steuerung **125** gekoppelt. Jedes Bildverarbeitungsmodul **120** kann abhängig von der erwünschten Verarbeitungsarchitektur eine Eingabe von einem oder mehreren Röntgenstrahldetektoren empfangen.

[0021] Eine Steuerung **125** ist über die Verbindung **138** mit dem Bildverarbeitungsmodul **120** gekoppelt. Die lokale Schnittstelle **138** kann zum Beispiel, jedoch nicht ausschließlich, einer oder mehrere Busse oder andere verdrahtete oder drahtlose Verbindungen sein, die Fachleuten auf diesem Gebiet bekannt sind. Die lokale Schnittstelle **138** kann zusätzliche Elemente aufweisen, die zur Vereinfachung weggelassen sind, wie zum Beispiel Puffer (Cache-Speicher), Treiber und Steuerungen, um Kommunikationen zu ermöglichen. Die Benutzerschnittstelle **136** kann jede bekannte oder entwickelte I/O-Vorrichtung oder Benutzerschnittstelle, wie zum Beispiel eine Tastatur, eine Maus, eine Schreibnadel oder jede andere Vorrichtung zum Eingeben von Informationen in die Steuerung **125**, sein.

[0022] Die Steuerung **125** kann über eine Verbindung **116** mit einer Anzeige **118** gekoppelt sein. Die Anzeige **118** empfängt die Ausgabe der Steuerung **125** und zeigt die Ergebnisse der Röntgenstrahlanalyse an.

[0023] In Betrieb kann das Röntgenstrahlbilderzeugungssystem **100** zum Beispiel verwendet werden, um die Qualität von Lötmittelverbindungsstellen zu analysieren, die gebildet werden, wenn Komponenten an eine gedruckte Schaltungsplatine (PCB) gelötet werden. Eine PCB **104** umfaßt zum Beispiel eine Mehrzahl von Komponenten, wobei exemplarische derselben unter Verwendung der Bezugszeichen **106** und **108** dargestellt sind. Die Komponenten **106** und **108** sind im allgemeinen über Lötmittelverbindungsstellen mit der PCB **104** gekoppelt. Das Röntgenstrahlbilderzeugungssystem **100** kann verwendet werden, um die Qualität der Lötmittelverbindungsstellen zu prüfen und zu bestimmen. Obwohl dies zur Vereinfachung weggelassen ist, kann die PCB **104** an einer bewegbaren Halterung befestigt sein, die durch die Steuerung **125** gesteuert wird, um die PCB **104** wie erwünscht für eine Röntgenstrahlanalyse zu positionieren.

[0024] Die Röntgenstrahlquelle **102** erzeugt Röntgenstrahlen allgemein in der Form eines Röntgenstrahlstrahlungsmusters **112**. Das Röntgenstrahlstrahlungsmuster **112** gelangt durch Abschnitte der PCB **104** und fällt auf ein Array von Röntgenstrahldetektoren **200** ein. Wenn die Röntgenstrahlen durch die PCB **104** gelangen, erscheinen Bereiche mit hoher Dichte (wie zum Beispiel Lötmittel) als dunkle Schatten auf den Röntgenstrahldetektoren **200**, während Bereiche mit einer geringeren Dichte (wie zum Beispiel das Material, aus dem die PCB hergestellt ist) als hellere Schatten erscheinen. Dies bildet eine Schattenmaske auf jedem Röntgenstrahldetektor **200**, die der Dichte der Struktur entspricht, durch die die Röntgenstrahlen gelangt sind. Obwohl dies zur Vereinfachung weggelassen ist, steuert die Steuerung **125** auch die Röntgenstrahlquelle.

[0025] Wie weiter unten detaillierter beschrieben ist, ist jeder Röntgenstrahldetektor **200** innerhalb des Röntgenstrahlbilderzeugungssystems **100** aufgebaut und angeordnet, um die Röntgenstrahlenergie von der Röntgenstrahlquelle **102** zu empfangen, nachdem dieselbe durch die PCB **104** oder ein anderes Ziel gelangt ist, das analysiert, untersucht oder bestrahlt werden soll, wie zum Beispiel Lebensmittel, lebendes Gewebe, Menschen oder Tiere. Der Röntgenstrahldetektor **200** wandelt die Röntgenstrahlenergie in ein elektrisches Bildsignal um, das die Schattenmaske darstellt, die auf den Röntgenstrahldetektor **200** fällt. Die elektrischen Bildsignale von allen Röntgenstrahldetektoren **200** werden an die Steuerung **125** gesandt. Das Bildverarbeitungsmodul verarbeitet die Signale, die dann als eine Ausgabe an die Anzeige **118** geliefert werden können.

[0026] Es ist ohne weiteres zu erkennen, daß das vorliegende Röntgenstrahlbilderzeugungssystem

100 lediglich zu Beispielszwecken eine Darstellung eines Röntgenstrahlbilderzeugungssystems auf hoher Ebene ist. Andere Röntgenstrahlbilderzeugungssystemkonfigurationen **100** und andere Ziele **104** zur Analyse, Untersuchung oder Bestrahlung werden erwartet, wie zum Beispiel Fleisch, Menschen, Tiere, Lebensmittel, Post, usw.

[0027] Im allgemeinen ist es wünschenswert, die Röntgenstrahlen innerhalb einer Umhüllung zu enthalten. Dies ist so, da Röntgenstrahlen dazu neigen, bestimmte Elektronikvorrichtungen zu verschlechtern, und für Lebewesen und die Umwelt gefährlich sind.

[0028] **Fig. 2** zeigt eine Strahlungsabschirmungsumhüllung **300** eines Wolframverbundstoffs mit einem Hauptkörper **304** und einem Deckel **302**. Die Strahlungsabschirmungsumhüllung **300** kann Verbindungsstellen **310**, die mit einer Wolframverbundstoffverbindung abgedichtet sind, sowie Eingangs-/Ausgangslöcher **320** aufweisen, die mit einer Wolframverbundstoffverbindung abgedichtet sind. **Fig. 2** zeigt ein Röntgenstrahlbilderzeugungssystem **100**, wie zum Beispiel ein Röntgenstrahlbilderzeugungsprüfsystem einer gedruckten Schaltung. Das Röntgenstrahlbilderzeugungssystem **100** ist lediglich zu Beispielszwecken gezeigt. Andere industrielle, Herstellungs- und medizinische strahlungsemitternde Systeme können mit der Wolframstrahlungsabschirmungsumhüllung **300** der vorliegenden Erfindung eingeschlossen oder abgeschirmt sein.

[0029] **Fig. 3** zeigt ein Flußdiagramm für ein Herstellungsverfahren gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Ein Schichtungsverfahren **410** wird auf einer Form verwendet, um eine Wolframverbindungs- und Fasermaterial-Strahlungsabschirmungsumhüllung herzustellen. Die Wolframverbindung kann pulveriges Wolfram und ein Harz-, Polyester- oder Epoxidsubstrat sein. Das Wolframmaterial, das in der Verbindung verwendet wird, ist eine kondensierte Form von Wolframpulver. Die üblichsten kommerziell verfügbaren Wolframpulver sind Ausfällungen, die nicht die Eigenschaft hoher Dichte von festem Wolfram aufweisen. Deshalb muß das Pulver in ein festes Material druck- und wärmegeformt oder gesintert werden und dann mittels Malen, Schneiden, oder eines ähnlichen Verfahrens in die pulverisierte Form zurückgeführt werden. Dies ermöglicht es, daß die Verbindung das Wolframpulver mit der höchstmöglichen Dichte verwendet und die Abschirmungsfähigkeit der Verbindung zunimmt. Die Wolframverbindung kann jedes physisch ähnliche polymerisierte, synthetische oder chemisch modifizierte Naturharz enthalten, einschließlich thermoplastischer Materialien, wie zum Beispiel Polyethylen und wärmehärtbarer Materialien, wie zum Beispiel Polyester, die mit Stabilisatoren und anderen Komponenten verwendet werden, um Kunststoffe zu bilden. Das Substrat kann durch Luft-, Wärme- oder UV-Aushärtung oder Wärmehärtung gebildet sein. Die Faser kann jedes Gewebe-

material, wie zum Beispiel eine Maschen- oder Gewebeform von Glasfaser sein. Die Umhüllung **300** kann eine einstückige Umhüllung sein, die mit dem Glasfasergewebematerial und der Wolframverbindung unter Verwendung eines manuellen Schichtungsverfahrens auf einer Form gebildet ist, das dem ähnelt, das in der Boottrumpferstellungsindustrie oder der Schwimmbadindustrie verwendet wird. Die Wolframverbindung kann wärmehärtend oder lufttrocknend sein.

[0030] Dieses Verfahren ermöglicht es durch eine Verwendung nicht toxischer Materialien, daß die Strahlungsumhüllung umweltfreundlicher als eine Blei-Strahlungsabschirmungsumhüllung **300** ist. Die Wolfram-Strahlungsabschirmungsumhüllung **300** weist außerdem billigere Material-, Speditions- und Herstellungskosten als die meisten anderen Strahlungsabschirmungsumhüllungen auf. Dieses Verfahren zur Herstellung reduziert außerdem die Befestigungsteile und Haftmittel, die bei einer Herstellung einer Strahlungsabschirmungsumhüllung verwendet werden, was eine integrierte Abschirmungsumhüllung mit weniger Nähten, Stoßfugen, Überlappungen oder Löchern liefert, die zusätzliche Verfahren und Teile zur Abschirmung erfordern.

[0031] Als nächstes können Risse, Verbindungsstellen, Wurmlöcher, Nietlöcher oder andere Materialfehlpassungsbereiche **310** oder **320**, bei denen eine Strahlung aus der Struktur lecken kann, durch eine luft- oder wärmehärtbare Wolframverbindung **430** gefüllt werden. Die Wolframverbindung kann Wolframpulver und ein Epoxid-, Verstimmungs-, Dichtungs-, oder ein anderes bekanntes Elastomermaterial enthalten. Sobald ein Röntgenstrahlbilderzeugungssystem oder ein anderes Strahlungssystem in der Wolfram-Strahlungsabschirmungsumhüllung **300** eingebaut ist, können alle Leistungskabel, Eingangs-/Ausgangs-Kabel oder andere Vorrichtungen, die durch die Strahlungsabschirmungsumhüllung **300** vorstehen oder sich durch dieselbe hindurch erstrecken müssen, durch alle notwendigen Löcher in der Umhüllung gefädelt werden und die Wolframabdichtungsverbindung kann verwendet werden, um um derartige Kabellöcher in der Strahlungsabschirmungsumhüllung **300** herum abzudichten. Strahlungslecks in der Strahlungsabschirmungsumhüllung können auch unter Verwendung eines Wolframpulvers in einem Epoxid- oder Polyestersubstrat mit einem Glasfaser-Schichtungsverfahren anstelle des Wolfram-Dichtungs/Verstimmungsverfahrens abgedichtet werden.

[0032] Bezug nehmend auf **Fig. 4** ist ein Flußdiagramm zum Füllen von Strahlungslecks in einer Strahlungsabschirmungsumhüllung gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt. Ein Röntgenstrahlbilderzeugungssystem **100** wird in die Strahlungsabschirmungsumhüllung **300** eingebaut **500**. Alle Leistungs-, Kommunikations-, I/O-, Signal- oder anderen Kabel **142**, **114** werden durch Kabelführungsdurchgangslöcher **320** in der Strahlungsabschirmungsum-

hüllung **300** geleitet **510**. Der Leerraum zwischen Kabeln **142**, **114** und Kabelführungsdurchgangslöchern **320** in der Strahlungsabschirmungsumhüllung **300** wird mit einer Wolfram/Faser-Verstemmungsdichtungsverbinding abgedichtet. Die Wolfram/Faser-Verstemmungsdichtungsverbinding kann Wolframpulver und jedes bekannte Elastomer, Epoxid-, Dichtungs-, Verstemmungs- oder andere ähnliche Material enthalten und wird in einer Naßlösung aufgebracht und kann dann lufttrocknen. Alternativ kann der Leerraum zwischen Kabeln **142** und **114** und Kabelführungsdurchgangslöchern **320** mittels eines Drucksprühverfahrens mit einer Wolfram/Schnittfaserverbinding abgedichtet werden.

[0033] Bezug nehmend auf **Fig. 5** ist ein Flußdiagramm für ein Verfahren zur Herstellung einer Strahlungsabschirmungsumhüllung **300** gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt. Eine Wolfram/Faser-Verbinding wird auf eine Strahlungsabschirmungsumhüllungsform druckgesprüht **610**. Die Wolfram/Faser-Verbinding kann Wolframpulver und Schnittfasern, wie zum Beispiel Glasfaser, in einem Epoxid- oder Polyester-substrat enthalten, das zu einem Drucksprühen und Wärmeaushärten oder Lufttrocknen in der Lage ist. Als nächstes werden Strahlungslecks lokalisiert **620** und mittels einer Wolfram-Verstemmungsdichtungs-Wolframverbinding in einem Schichtungsverfahren oder mittels eines Wolfram/Faser-Drucksprühverfahrens abgedichtet **630**.

[0034] Ein Einbauen eines Röntgenstrahlbilderzeugungssystems in die Strahlungsabschirmungsumhüllung, Führen von Kabeln durch Kabeldurchgangslöcher und Füllen von Leerräumen kann dann wie oben und in **Fig. 4** beschrieben durchgeführt werden.

[0035] Es ist aus der obigen detaillierten Beschreibung ersichtlich, daß ein Maschen-, Nylon-Tuch- oder Folientuch-, Polyester-, Polyethylen-, Glasverbindungspolyester-, Metalltuch-, Kohlefasertuch-, Glasfasertuch-, rostfreies Stahlfaser-, glasfaserverstärktes Kunststoff-, geflochtenes Hüllenmaterial oder jedes andere bekannte Tuchmaterial mit einem Wolframpulver in einem Epoxid-, Polyestersubstrat-, Polymerbindemittel-, Nylon 12.RTM-, Harz-, Kunststoff- oder einem anderen bekannten Lufttrocknungs- oder Wärmehärtungstyp-Bindemittelmaterial verwendet werden kann, das bei einem Schichtungstypverfahren verwendet werden kann. Die relative Menge von Wolframpulver, das in der Wolframverbinding verwendet wird, bestimmt die Strahlungsabschirmungscharakteristika der Strahlungsabschirmungsumhüllung, beträgt jedoch vorzugsweise 5 bis 95 Gewichtsprozent der Wolframverbinding. Das Wolframpulver weist vorzugsweise einen Durchmesser von 2 bis 40 Mikrometer auf.

[0036] Obwohl dieses bevorzugte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zu Darstellungszwecken offenbart ist, ist für Fachleute auf diesem Gebiet ersichtlich, daß verschiedene Modifizierungen, Additionen und Substitutionen möglich sind,

ohne von dem Schutzzumfang und der Wesensart der Erfindung abzuweichen, was zu äquivalenten Ausführungsbeispielen führt, die innerhalb des Schutzzumfangs der angefügten Ansprüche bleiben. Das Wolframschichtungsverfahren kann zum Beispiel verwendet werden, um Risse, Löcher, Verbindungsstellen, Schraub- oder Nietlöcher oder andere Materialfehlpassungsbereiche einer herkömmlichen Blei- oder einer anderen Strahlungsabschirmungsumhüllung abzudichten oder eine gesamte einstückige Umhüllung unter Verwendung eines Form- und Schichtungsverfahrens herzustellen.

Patentansprüche

1. System mit folgenden Merkmalen: einem Röntgenstrahlbilderzeugungssystem (**100**); und einer Strahlungsabschirmungseinrichtung (**300**), die mittels eines Schichtungsverfahrens unter Verwendung einer Wolframverbinding und eines Fasermaterials aufgebaut ist, wobei die Strahlungsabschirmungseinrichtung (**300**) das Röntgenstrahlbilderzeugungssystem (**100**) umhüllt.
2. System gemäß Anspruch 1, bei dem die Wolframverbinding kondensiertes Wolframpulver enthält.
3. System gemäß Anspruch 2, bei dem die Wolframverbinding ein Epoxid- oder Polyestermaterial enthält.
4. System gemäß Anspruch 2 oder 3, bei dem das Fasermaterial ein Glasfasergewebematerial ist.
5. System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem Löcher, Nähte, Risse oder Verbindungsstellen (**310**, **320**) in der Strahlungsabschirmungseinrichtung (**300**) mit einem Wolframepoxid-Dichtungsmittel gefüllt sind.
6. System gemäß Anspruch 5, bei dem das Wolframepoxid-Dichtungsmittel kondensiertes Wolframpulver enthält.
7. System gemäß Anspruch 5 oder 6, bei dem das Wolframepoxid-Dichtungsmittel ein Elastomer-material enthält.
8. System gemäß einem der Ansprüche 5 bis 7, bei dem das Wolframdichtungsmittel ein Epoxid-, Haft-, Abdichtungs-, Verstemmungs- oder ein ähnliches Material enthält.
9. System gemäß einem der Ansprüche 5 bis 8, das ferner eines oder mehrere Löcher (**320**) in der Strahlungsabschirmungseinrichtung (**300**) für Eingangs-, Ausgangs- und Leistungsversorgungsleitungsschnüre zu dem Röntgenstrahlbilderzeugungssystem (**100**) aufweist, wobei ein Wolframdichtungs-

mittel verwendet wird, um das eine oder die mehreren Löcher um die Eingangs-, Ausgangs- und Leistungsversorgungsleitungsschnüre herum abzudichten.

10. System gemäß Anspruch 9, bei dem das Wolframdichtungsmittel ein Epoxid-, Haft-, Abdichtungs-, Verstemmungs- oder ein ähnliches Material aufweist.

11. System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem das Röntgenstrahlbilderzeugungssystem (**100**) eine Röntgenstrahlprüfmaschine ist.

12. System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem das Röntgenstrahlbilderzeugungssystem (**100**) eine medizinische Röntgenstrahlmaschine ist.

13. Verfahren zum Herstellen einer Strahlungsabschirmungsumhüllung, mit folgenden Schritten:
i. Bereitstellen einer Form; und
ii. Bedecken der Form mit einem Fasermaterial und Wolfram in einem Elastomermaterial.

14. Verfahren zum Herstellen einer Strahlungsabschirmungsumhüllung gemäß Anspruch 13, bei dem der Schritt des Bedeckens der Form unter Verwendung eines Schichtungsverfahrens durchgeführt wird.

15. Verfahren zum Herstellen einer Strahlungsabschirmungsumhüllung gemäß Anspruch 13 oder 14, bei dem das Fasermaterial ein Glasfasergewebe aufweist.

16. Verfahren zum Herstellen einer Strahlungsabschirmungsumhüllung gemäß einem der Ansprüche 13 bis 15, bei dem das Wolfram in einem Elastomermaterial kondensiertes Wolframpulver aufweist.

17. Verfahren zum Herstellen einer Strahlungsabschirmungsumhüllung gemäß Anspruch 16, bei dem das Elastomermaterial ein Epoxid- oder Polyestersubstrat aufweist.

18. Verfahren zum Herstellen einer Strahlungsabschirmungsumhüllung gemäß einem der Ansprüche 13 bis 17, das ferner einen Schritt eines Abdichtens von Löchern, Rissen, Nähten, Verbindungsstellen (**310, 320**) oder anderen Strahlungslecks mittels eines Wolframdichtungsmittels aufweist.

19. Verfahren zum Herstellen einer Strahlungsabschirmungsumhüllung gemäß Anspruch 18, bei dem das Wolframdichtungsmittel kondensiertes Wolframpulver aufweist.

20. Verfahren zum Herstellen einer Strahlungsabschirmungsumhüllung gemäß Anspruch 19, bei

dem das Wolframdichtungsmittel ein Epoxid-, Polyestersubstrat-, Verstemmungs-, Haft- oder ein ähnliches Material aufweist.

21. Verfahren zum Herstellen einer Strahlungsabschirmungsumhüllung gemäß einem der Ansprüche 13 bis 20, bei dem der Schritt eines Abdeckens der Form unter Verwendung eines Drucksprühverfahrens durchgeführt wird.

22. Verfahren zum Herstellen einer Strahlungsabschirmungsumhüllung gemäß Anspruch 21, bei dem das Drucksprühverfahren ein Sprühen einer Wolframverbindung auf die Form aufweist.

23. Verfahren zum Herstellen einer Strahlungsabschirmungsumhüllung gemäß Anspruch 22, bei dem die Wolframverbindung kondensiertes Wolframpulver aufweist.

24. Verfahren zum Herstellen einer Strahlungsabschirmungsumhüllung gemäß Anspruch 23, bei dem die Wolframverbindung ferner Schnitffasern aufweist.

25. Verfahren zum Herstellen einer Strahlungsabschirmungsumhüllung gemäß Anspruch 24, bei dem die Wolframverbindung ferner ein Epoxid- oder Polyestersubstrat aufweist.

26. Verfahren zum Herstellen einer Strahlungsabschirmungsumhüllung gemäß Anspruch 25, das ferner ein Abdichten von Löchern, Rissen, Verbindungsstellen (**310, 320**) oder anderen Strahlungslecks mit einem Wolframdichtungsmittel aufweist.

27. Verfahren zum Herstellen einer Strahlungsabschirmungsumhüllung gemäß Anspruch 26, bei dem das Wolframdichtungsmittel ein Epoxid-, Polyestersubstrat-, Verstemmungs-, Haft- oder ein ähnliches Material aufweist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

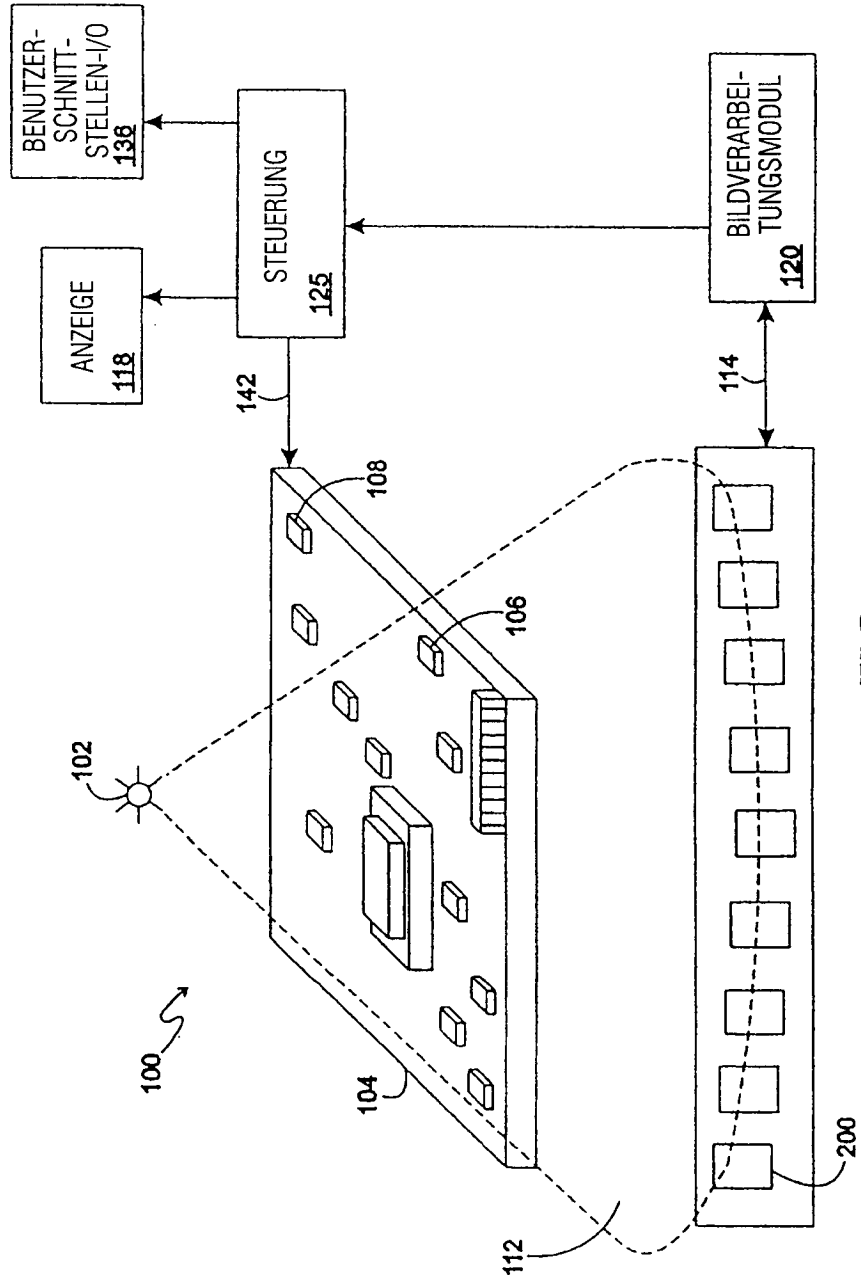


FIG. 1

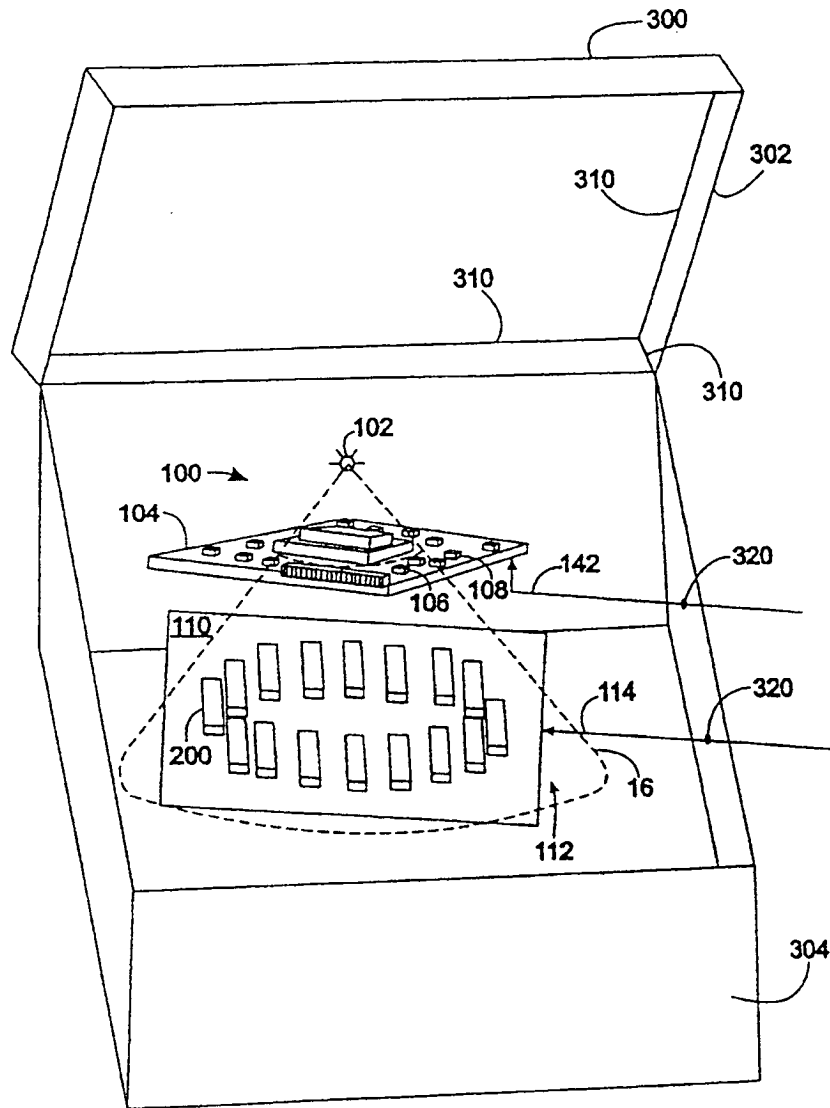


FIG. 2

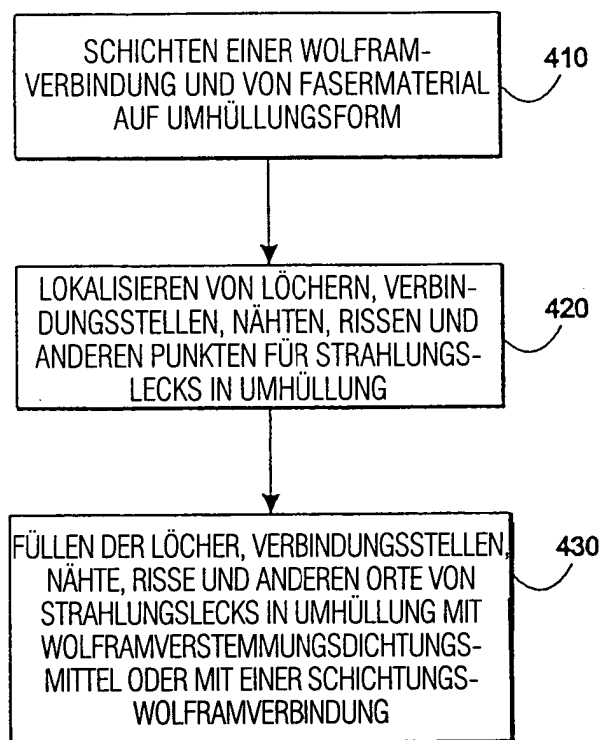


FIG. 3

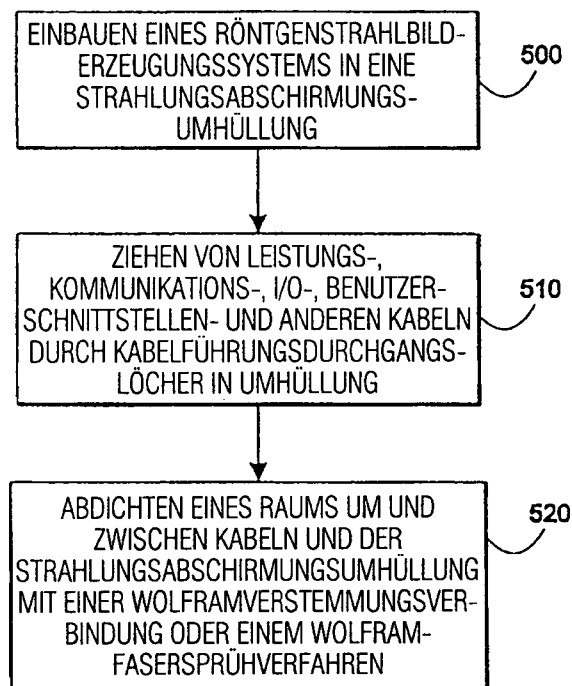


FIG. 4

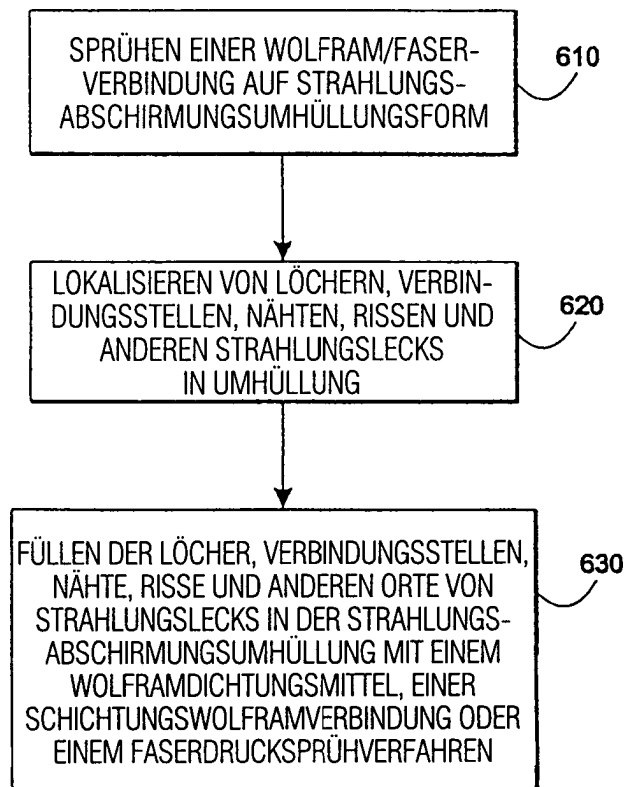


FIG. 5