



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 38 342 T2** 2008.05.29

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 032 912 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 38 342.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US98/21383**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 952 209.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1999/019825**

(86) PCT-Anmeldetag: **08.10.1998**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **22.04.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.09.2000**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **29.08.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.05.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G06K 9/00 (2006.01)**

**H04N 7/18 (2006.01)**

**G01R 31/00 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**947756                      09.10.1997                      US**

(73) Patentinhaber:

**Easton Hunt Capital Partners, L.P., New York, N.Y.,  
US**

(74) Vertreter:

**Viering, Jentschura & Partner, 81675 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

**Vilella, Joseph L., San Diego, CA 92126, US**

(54) Bezeichnung: **ELEKTRONISCHES VIDEO-AUFBAU-INSPEKTIONS-SYSTEM**

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

### Gebiet der Erfindung

**[0001]** Diese Erfindung betrifft automatisierte Anordnungsmechanismen für elektronische Bauelemente, Qualitätssicherung und insbesondere Vorrichtungen, die beim Beurteilen, ob Bauelemente zweckentsprechend angeordnet wurden, verwendet werden.

### Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Die ständig zunehmende Miniaturisierung von elektronischen Bauelementmodulen und Baueinheiten und der Druck des Marktes hinsichtlich Kostenreduzierung hat die Anordnung dieser Bauelemente zu einer automatisierten, vielschrittigen Präzisionsaufgabe gemacht. Die meisten Bauelemente werden unter Verwendung der Oberflächenmontage-technik ("SMT") angeordnet, wobei eine große Anzahl, wenn nicht hunderte von einzelnen Komponenten, präzise angeordnet und auf mindestens einer Platine fließbandartig verlötet werden.

**[0003]** Platinen fahren nacheinander in Reihe längs von Förderern durch eine Reihe von Stationen, welche jeden Schritt in dem Aufbauprozess durchführen. Typischerweise fährt eine leere Platine in ein Lotpasten-Lieferungssystem hinein, welches nicht ausgehärtete Lotpaste auf Bereichen der Platine platziert, die Lötverbindungen benötigen. Die Platine fährt dann in eine oder mehrere Chipbestückstationen hinein, welche Komponenten auf der Platine physisch platzieren. Die Platine läuft dann durch einen Ofen, welcher die Lotpaste aushärtet. Nach dem Abkühlen ist die Platine fertig zum Testen und anderen Komplettierungsschritten vor dem Häusen und Ausliefern.

**[0004]** Bei jedem Schritt besteht die Möglichkeit, dass Fehler auftreten, welche zu einer fehlerhaften Platine führen. Einige der möglichen Fehlerarten beim Aufbau von Platinen umfassen: Platinendefekte, wie z.B. offene Verbindungen und Kurzschlüsse, auf den Leiterbahnen; Bestückungsdefekte, wobei Komponenten fehlen, vom falschen Typ, falsch orientiert, oder falsch ausgerichtet sind; Lötfehler hinsichtlich Menge und Anordnung, welche zu Lötbrücken auf den Leitungen oder zur Zerstörung von Komponenten, verursacht durch Kontraktion des Lots während des Aushärtens, führen können; und andere Defekte, wie z.B. Beschädigung, verursacht durch falsche mechanische Handhabung.

**[0005]** Frühere Abläufe und Vorrichtungen zum Testen, ob Defekte auf frisch montierten Platinen vorhanden sind, leiden unter verschiedenen Nachteilen.

**[0006]** Menschliches Testen und Untersuchen ist teuer, langsam und einem hohen Grad an Ungenau-

igkeit unterworfen. Die von menschlichen Testpersonen verwendeten Vorrichtungen sind typischerweise schwer, unförmig und nicht leicht transportierbar. Elektronisches schaltungsinternes Testen leidet daran, dass es langsam und hochgradig iterativ ist, um den Ort eines Defekts zu ermitteln, und oft nicht die am häufigsten auftretenden Herstellungsfehler detektieren kann.

**[0007]** Um fortgesetztes Arbeiten an einer Platine zu minimieren, welche schon fehlerhaft wurde, sehen Produzenten oft das Testen in vielen Stufen während der Montage vor. Jedoch ist ein bestimmter Teil einer automatisierten Testapparatur üblicherweise dazu konzipiert, eine spezielle Art von Platine, spezielle Defekte und/oder nur an einer bestimmten Stelle in der Anordnung zu testen. Daher wurden zahlreiche unterschiedliche Testvorrichtungen erforderlich.

**[0008]** Aktuelle automatische visuelle oder andere auf elektromagnetischer Strahlung basierende Inspektionssysteme leiden unter ähnlichen Nachteilen. Auf Röntgenstrahlung basierende Systeme sind geeignet, um metallische Defekte, wie z.B. fehlerhafte Leiterbahnen und verdeckte Defekte abzutasten. Jedoch die Untersuchung mit hoher Auflösung mit Röntgenstrahlung teuer und zeitraubend und potentiell gefährlich für in der Nähe befindliche menschliche Bedienungspersonen.

**[0009]** In anderen Systemen wird von Lampen oder LEDs ("lichtemittierende Dioden") erzeugtes Licht von der untersuchten Fläche in eine oder mehrere Videokameras reflektiert. Einige erfordern die Verwendung von zwei Bildern, die unter unterschiedlichen Lichtverhältnissen erhalten werden, wie in Takahashi, US Patent Nr. 5,059,559 offenbart ist. Andere verschiedene digitale und analoge Signalanalyseprozesse können verwendet werden, um die Existenz von visuell detektierbaren Defekten zu ermitteln. Es wurden z.B. Analysen nach einer Schwarzweißlicht-Intensitätsvergleichsmessung des Signals entsprechend dem Bild der Zwischenräume zwischen Anschlussleitungen gemacht.

**[0010]** Diese Systeme haben eine relativ geringe Auflösung und sind daher langsam. Wenn eine sorgfältige Untersuchung erforderlich ist, muss das System heranzoomen und nacheinander Bereiche der Platine stückweise abtasten. Ferner neigen Vergleiche der Schwarzweißlichtintensität zu Ungenauigkeiten, wo benachbarte Merkmale ähnliche Intensitäten aufweisen. Eine durchschnittlich besetzte 3 Zoll mal 5 Zoll Platine, wie zum Beispiel eine Standard-PCI-SVGA-Videoadapterkarte, benötigt etwa 1 Minute 20 Sekunden, um sorgfältig untersucht zu werden.

**[0011]** EP-A-0413817 offenbart ein Testsystem, wobei die erwarteten Elemente auf der Platine ebenso

wie die Defekte im Voraus vermittelt werden; die Ergebnisse der Überprüfung werden graphisch dargestellt.

**[0012]** Die meisten früheren Systeme erfordern eine extrem präzise Anordnung der Platine und der Kamera in der Größenordnung von 0,001 Zoll. Die Platine und die Kamera müssen rüttelfest gefertigt sein. Die frühere Lösung brachte eine massive Plattform, die aus Schiefer oder anderen schweren Materialien hergestellt war, und präzise rüttelfeste Platinenhandhabungs- und Kamerabeförderungsmechanismen mit sich. Die meisten früheren Systeme wogen mehr als 450 kg. Diese Erfordernisse erhöhen die Kosten und vermindern die Transportfähigkeit des Systems.

**[0013]** Daher ist es wünschenswert, ein wirtschaftliches automatisiertes Testsystem zu haben, welches die Existenz der häufigsten Herstellungsfehler schnell detektiert, welches automatisch ermittelt, ob eine bestimmte Platine von einem Nachbearbeiten profitieren mag, und die Nachbearbeitungsstation über diese Defekte effizient informiert; welche Defekte über einen Zeitraum beobachtet, um für das Montagesystem symptomatische Probleme zu identifizieren; und welches schnell und leicht zu unterschiedlichen Punkten auf dem Montageband oder aus dem Montageband insgesamt heraus zum manuellen Testen bewegt wird.

**[0014]** Die vorliegende Erfindung ergibt sich aus einem Versuch, Kosten zu reduzieren und den Durchsatz und die Wirksamkeit von automatisierten Anordnungsanlagen zu verbessern.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0015]** Die Ziele dieser Erfindung sind: Die Fehlerdetektion bei der Inspektion und dem Testen von elektronischen Bauelementanordnungen zu verbessern; sie wirksamer direkt zu reparieren; das Überwachen der Qualität der untersuchten Platinen im Zeitablauf zu ermöglichen, um den Durchsatz automatischer Anordnungsmechanismen zu verbessern; die Transportierbarkeit der Untersuchungseinrichtung und verschiedene Punkte auf dem Montageband und von dem Montageband insgesamt weg zum manuellen Testen zu ermöglichen.

**[0016]** Diese und andere nützlichen Ziele werden mittels eines Verfahrens zum visuellen Untersuchen einer elektronischen Bauelement-Anordnung gemäß Anspruch 1 erreicht. Weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen beschrieben. Beispielsweise identifiziert ein entsprechendes System eine Platine als eine gerade überprüfte elektronische Bauelement-Anordnung und lokalisiert visuell detektierbare Defekte darauf. Die Art und die Position der Defekte werden mit der Platine in einer Datenbank automatisch verknüpft,

welche für eine Nachbearbeitungs-/Reparaturstation zugänglich ist und welche das statistische Beobachten der Geschichte und des Zustands eines Montageprodukts ermöglicht.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnung

**[0017]** [Fig. 1](#) ist ein Flussdiagramm des Inspektionssystems für besetzte Platinen, wie es in ein Oberflächenmontagetechnik-Montageband integriert ist;

**[0018]** [Fig. 2](#) ist ein Datenflussblockdiagramm des Inspektionssystems gemäß der Erfindung;

**[0019]** [Fig. 3](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels der Inspektionsstation der Erfindung, aufweisend einen Förderer zur Handhabung von Platinen;

**[0020]** [Fig. 4](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht eines alternativen Ausführungsbeispiels der Inspektionsstation der Erfindung, das eine Schublade zum manuellen Laden von Platinen aufweist;

**[0021]** [Fig. 5](#) ist eine perspektivische Ansicht des manuellen Platinenpositionierungsmechanismus auf der Schublade;

**[0022]** [Fig. 6](#) ist eine perspektivische Ansicht eines länglichen Platinenbefestigungsstegs;

**[0023]** [Fig. 7](#) ist eine Querschnittsansicht davon längs der Linie 7-7 mit darauf angeordneter Platine; und

**[0024]** [Fig. 8](#) ist eine Querschnittsansicht davon längs der Linie 8-8 mit darauf angeordneter Platine längs der Linie 8-8.

#### Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung

**[0025]** Jetzt mit Bezug auf die Zeichnung ist in [Fig. 1](#) ein Funktionsblockdiagramm einer typischen SMT-Fertigungslinie gezeigt, wobei Platinen in Reihen von Verarbeitungsstationen angeordnet sind. Platinen bewegen sich von der Station **51** zum Aufbringen von Lotpaste zu einer oder mehreren Chipbestückstationen **52**, **53** und zum Aushärten zu einem Ofen **54**. Eine optionale Erster-rein-Erster-raus ("FIFO") Pufferstation **55** kann verwendet werden, um Stationen zu verbinden, welche ihre Aufgaben unregelmäßiger oder in unterschiedlichen Gruppierungen von Platinen erledigen. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die FIFO-Station **55** als Kühlstation für Gruppen von Platinen verwendet, die den Aushärte-Ofen **54** verlassen, bevor sie in die Inspektionsstation **56** hineinfahren.

**[0026]** Es ist anzumerken, dass die Inspektionssta-

tion **56** zwischen irgendeiner der Stationen des Anordnungsprozesses oder als alleinstehende von Hand beladene Station angeordnet sein kann.

**[0027]** Die bevorzugte Anordnung ist jedoch unmittelbar, nachdem die Platinen vollständig bestückt worden sind, so dass irgendein weiteres Verarbeiten der Platine verhindert wird.

**[0028]** In ihrer am meisten automatisierten Ausführungsform folgt der Inspektionsstation **56** eine Platinenumlenkstation **57**, welche entsprechend den von der Inspektionsstation gelieferten Ergebnissen defekte Platinen zu einer Nachbearbeitungsstation **58** und gute Platinen zu der nächsten SMT-Verarbeitungsstation **59** leitet. Die Nachbearbeitungsstation hat Zugang zu den von der Inspektionsstation gelieferten Ergebnissen. Die Nachbearbeitungsstation kann optional eine zusätzliche Inspektionsstation **60** zum Inspizieren von nachbearbeiteten Platinen einsetzen. Reparierte Platinen treten ebenso wieder bei diesem Punkt **61** in die SMT-Bearbeitung ein.

**[0029]** Die bevorzugte Inspektionsstation ist voll kompatibel mit dem Kommunikationsprotokoll zwischen den Stationen, das von der Oberflächenmontage-Ausrüstungsherstellervereinigung ("SMEMA") festgelegt wurde, welches eine einfache Kommunikation von Platinentransportzuständen mit benachbarten Stationen ermöglicht.

**[0030]** Jetzt mit Bezug auf [Fig. 2](#) ist das bevorzugte Platineninspektionssystem in verschiedenen funktionellen Einheiten und Subsystemen angeordnet. Die automatische Steuerung wird von einem Hauptsystem **71** gehandhabt, wie es von einem visuellen Subsystem **72** angeleitet wird. Während des automatisierten „in Reihe“ verlaufenden Betriebs erzeugt das Hauptsystem Befehle für den/die Förderer-Controller/Schnittstelle **73** zum Aktivieren von Platinenhandhabungsmechanismen, die einen Förderer **5** umfassen, und für den/die Laufwagen-Controller/Schnittstelle **75** zum Bewegen der auf dem Laufwagen montierten Kamera **20** mittels der Datenkommunikationsleitungen **77**, **78**. Eine separate Datenleitung **79** überträgt Zoom-Befehle an die Kamera **20**. Das Hauptsystem führt auch andere Aufgaben aus, wie zum Beispiel das Archivieren und den Datenfluss zu und von dem visuellen Subsystem **72** und den Datenzugangs- und Speichereinrichtungen **82** und zu der Benutzerschnittstellenüberwachung **40**. Andere Datenleitungen **91** übertragen Nachbearbeitungsdaten zu und von der Nachbearbeitungsstation **58** und ihrer Steuerungsüberwachung. Datenleitungen entsprechen bevorzugt RS-232 oder anderen wohlbekanntesten digitalen Datenkommunikationsstandards.

**[0031]** In dieser bevorzugten Ausführungsform der Erfindung gibt die Kamera **20** ein digitales Impulsfol-

gensignal **93** an das visuelle Subsystem **72** aus, das das kodierte aktuelle Videobild aufweist. Alternativ kann die Kamera **20** ein Videosignal ausgeben, welches mittels eines in das visuelle Subsystem **72** integrierten oder zu diesem peripheren Digitalumsetzers in ein digitales Signal gewandelt wird.

**[0032]** Das visuelle Subsystem **72** weist einen von einem Mikroprozessor gesteuerten Digitalsignalanalytiker auf. Dessen primäre Funktion umfasst das Analysieren von Bilddaten, die mittels einer Datenleitung **93** von der Kamera **20** empfangen werden, um Platinendefekte zu detektieren. Ein Teil dieser Funktion umfasst das Signalisieren dem Mastersystem **71**, dass es Steuerbefehle zum Aufnehmen und Ausstoßen von Platinen, Steuern des Laufwagens, um die Kamera **20** zu positionieren, und Ausgeben der Kamera-Zoombefehle erzeugt. Die Konfiguration des visuellen Subsystems erfolgt durch den Benutzerdatenzugang und die Speichereinrichtungen **82** direkt oder mittels des Hauptsystems **71**. Das visuelle Subsystem **72** leitet auch das aktuelle von der Kamera aufgenommene Bild zu dem Bildanzeigemonitor **41**. Das visuelle Subsystem **72** handhabt ebenso die Ausrichtung der Beleuchtung **95** in der Inspektionsausrüstung.

**[0033]** Die Auflösungs- und Zoom-Möglichkeiten der Kamera müssen entsprechend der Größe, der Dichte und der Erscheinung der inspizierten Defekte ausgewählt werden. Eine Farbkamera mit einer Auflösung von mindestens 2000 mal 2000 Bildpunkten ist bevorzugt, um Merkmale sowohl mittels der Lichtintensität als auch der Wellenlänge zu unterscheiden, wodurch die Identifizierung von Markierungen auf mit Farbe kodierten Bauelementen ermöglicht wird. Jedoch kann, wo Defekte in Schwarzweiß erkennbar sind und eine extrem schnelle Inspektion erforderlich ist, eine Schwarz-Weiß-Kamera verwendet werden. Während eine Analogsignalkamera verwendet werden kann, ist eine digitale Kamera sowohl wegen der Geschwindigkeit als auch der Genauigkeit bevorzugt.

**[0034]** Fehler werden unter Verwendung im Stand der Technik wohlbekanntester digitaler Bildanalysetechniken, wie zum Beispiel mittels Testens der abgetasteten Bilder in Abhängigkeit einer Tabelle von erwarteten oder sonst akzeptablen Werten für bestimmte Merkmale entdeckt, wie zum Beispiel den Raum zwischen Anschlussleitungen. Das Testen umfasst bevorzugt eine numerische auf Regeln basierte Analyse der Bilder. Die Art und die Position irgendwelcher Defekte wird dann der Datenbankaufzeichnung für die aktuell inspizierte Platine hinzugefügt. Es wird auch eine Entscheidung dahingehend vorgenommen, ob die detektierten Defekte schwerwiegend genug sind, dass eine Nachbearbeitung der Platine erforderlich ist.

**[0035]** Das visuelle System mit dem besten Verfahren verwendet das Digitalbildanalysemodell der Marke Omegatek 2000, das von Omegatek Inc. in San Diego, Kalifornien entwickelt wurde, welches eine Farbdigitalkamera mit einer Auflösung von 2000 mal 2000 oder 4 Millionen Bildpunkten und einen Farbbereich von 16 Millionen Farben und eine feste oder eine Linse mit automatischem Zoom aufweist. Dieser spezielle Typ von Bildanalysemodell basiert auf einem 200 Mhz Mikroprozessor der Marke Pentium und verwendet eigene Bildverarbeitungsalgorithmen.

**[0036]** Unter Verwendung einer Kamera mit einer Auflösung von mindestens 4 Millionen Pixel wurden Merkmale bis zur Größe von ungefähr 12,5 Mikron (0,5 Mils) geeignet unterschieden. Unter Verwendung der Omegatek 2000 benötigt eine durchschnittlich besetzte 3 mal 5 Zoll Platine, wie zum Beispiel eine Standard-PCI-Videoadapterkarte ungefähr 20 bis 30 Sekunden, um gründlich überprüft zu werden.

**[0037]** Die Inspektionsgeschwindigkeit kann mittels Hinzufügens mehrerer und schnellerer Prozessoren zu einem von beiden oder beiden Systemen weiter gesteigert werden.

**[0038]** Während ähnliche Systeme eine Ungenauigkeit des Kameralaufwagens von 0,001 Zoll tolerieren können, kann die Erfindung eine Ungenauigkeit von 0,02 Zoll ausgleichen. Zusätzlich braucht der Laufwagen nicht so präzise oder schnell wie vergleichbare Systeme zu sein, so dass ein kostengünstiger Mechanismus verwendet werden kann. Zusätzlich ist es nicht notwendig, stabilisierende Halterungen unterzulegen.

**[0039]** In Folge der hohen Auflösung des visuellen Subsystems können typische Inspektionen unter Verwendung eines einzigen Bildes von einem einzelnen abgestasteten Kamerabild durchgeführt werden. Jedoch kann die Kamera, falls feinere Details erforderlich sind, „heran-zoomen“ und die Inspektion kann unter Verwendung mehrerer Bilder durchgeführt werden. Der Abstand zwischen der Kamera und der Platine liegt typischerweise zwischen 5 und 10 Zoll, was nur von der Gehäusegröße mit einem durchschnittlichen Abstand von 7,2 Zoll beschränkt ist. Obwohl die übliche Höhe von Komponenten 0,5 bis 0,75 Zoll beträgt, kann sie an unüblich große Komponenten, wie zum Beispiel 2 Zoll hohe, angepasst werden, wodurch eine Umgestaltung des visuellen Subsystems unnötig gemacht wird.

**[0040]** Indem eine Bewegung und Anordnung mit viel geringerer Präzision toleriert wird, führt dies direkt zu einem System, das leichter und kostengünstiger ist. Da sie transportabler ist, kann die Station leicht an unterschiedlichen Orte in der Fertigungslinie bewegt werden, als manuelle Inspektions- oder Nachbearbeitungsstation aus der Linie heraus oder

nach außerhalb bewegt werden.

**[0041]** Jetzt wird mit Bezug auf [Fig. 3](#) das automatisierte Ausführungsbeispiel eines elektronischen Video-Aufbau-Inspektionssystems **56** gezeigt. Der physische Aufbau der automatisierten Station wird von seiner Kompatibilität mit standardisierten SMT-Montageprozessen beherrscht. Die Station weist ein Gehäuse **2** auf, welches einen inneren Inspektionsraum **3** mit einer unteren Fläche **4** aufweist, auf der ein Platinenhandhabungs- und Transportmechanismus, einschließlich eines Transportbands **5** zum Transportieren einer zu überprüfenden Platine **6** durchläuft.

**[0042]** Das Transportband **5** nimmt die Platine **6** durch eine Öffnung **7** in einer Seitenwand auf, positioniert sie dann unter der Kamera **20**. Nach der Überprüfung läuft die Platine **6** längs dem Transportband **5** zu einer anderen Öffnung **9** in einer gegenüberliegenden Wand **10**, durch welche die Platine ausgeworfen wird. Der Inspektionsraum ist für die Wartung durch ein paar von Zugangstüren **11**, **12** zugänglich. Während des manuellen Betriebs können einzelne Platinen für die Inspektion durch diese Türen oder durch eine Präzisionsausrichtungsschublade, die unten beschrieben wird, geladen werden.

**[0043]** Die Videokamera **20** ist auf einem bewegbaren, motorisierten Laufwagen **21** montiert, der mittels einer Schiene **22** an der Decke des Raums **3** angebracht ist. Der Laufwagen ermöglicht gerichtete Bewegungen der Kamera in Richtung der Breite **23** und der Tiefe **24** in einer im Wesentlichen zu der Ebene der inspizierten Platine **6** parallelen Ebene. Dies ermöglicht der Station, Platinen variierender Größe und Komplexität zu überprüfen.

**[0044]** Der Laufwagen wird bevorzugt mittels eines Stellmotors, wie zum Beispiel eine Paars von Schrittmotoren bewegt, die mit einem von dem Laufwagen-Controller erzeugten Pulssignal angetrieben werden, das eine schrittweise rotierende Bewegung jedes Motors hervorruft. Jeder Motor wiederum treibt den Laufwagen längs eines Paares von senkrecht zueinander orientierten linearen Präzisionsgleitelementen an. Das erste Gleitelement ist an dem Gehäuse und das zweite an einem Abschnitt des Laufwagens montiert.

**[0045]** Unter dem Inspektionsraum **3** ist ein Kasten **25**, der den Hauptsystemscomputer **26** und den Elektronikschacht **27** beherbergt, der Bauelemente des visuellen Subsystems und die verschiedenen Controller und Schnittstellen beherbergt, die für die Signalgebung an die Komponenten der Station, wie zum Beispiel die Transportband- und Laufwagencontroller, notwendig sind. Manuelle Steuereinrichtungen, wie zum Beispiel ein Netzschalter **30**, Transportbandbetätigung **31**, Steuereinheiten **32** für den pneumatischen Druck für das Transportband, Laufwagenbetä-



tigung **33** und ein Notabschalter **34** ebenso wie verschiedene Statusanzeiger erstrecken sich von einem Frontpanel des Kastens. Höhenverstellbare Beine **35**, **36** ermöglichen das vertikale Positionieren und die Orientierung des Stationsgehäuses **2**. Während das Ende der Beine in Fußstützen **35a**, **36a** verlaufen mag, sind, wie in dem Ausführungsbeispiel in [Fig. 4](#) der manuellen Inspektionsstation gezeigt, Sperrräder **35b**, **36b** bevorzugt.

**[0046]** Über dem Stationsgehäuse **2** liegt ein Paar von Überwachungsbildschirmen **40**, **41**, die Benutzerschnittstellenbilder an das Analyse- und Steuerungssystem und von der Kamera aufgezeichnete Bilder liefern. Ein Lichtbaum **42** für den Gesamtzustand der Station ist auch vorgesehen.

**[0047]** Die Inspektionsstation **56** ist bevorzugt von einer bestehenden SMT-Abgabestation adaptiert, wie zum Beispiel dem Modell Nr. A-618C, einem mit einem Fördermittel ausgestatteten automatisierten Ausgabesystem, das fertig verfügbar und kommerziell von Asymtek, Inc. aus Carlsbad, Kalifornien vertrieben wird. Unter Verwendung dieses relativ wenig präzisen Systems wiegt die gesamte Inspektionsstation unter 250 kg. Dieser Spender sieht die meisten der größeren Elemente, die oben beschrieben wurden, in einem integrierten Gehäuse vor. Eine detaillierte Beschreibung des Senders ist in dem Handbuch zum Betrieb des Systems A-612/618C verfügbar, das von Asymtek verfügbar ist, welches hierin mit Bezug darauf einbezogen ist.

**[0048]** Allgemein liefert der A-618C die Häusungs- und Platinenhandhabungsmechanismen einschließlich eines pneumatisch betriebenen Transportbands und seines Controllers und seiner Schnittstellen, des Laufwagens und seines Controllers und seiner Schnittstellen und der notwendigen SMEMA-Controller und Verbindungen. Der Spender ist angepasst durch Ersetzen seiner Fluidinjektionseinrichtung. Es besteht kein Bedarf, den vorhandenen wenig präzisen Laufwagen **21** zu ersetzen, da das hochauflösende visuelle Subsystem das tolerieren kann. Die Höhe des Laufwagens **21** kann angepasst werden, um die richtige Brennweite zwischen der Kamera **20** und der Platine **6** zu ermöglichen. Der Hauptcomputer des Senders nimmt die Aufgaben des Hauptsubsystems der Inspektionsstation wahr. Standardmonitore werden bevorzugt durch Supervideografik-Monitore ("SVGA") als Benutzerschnittstelle **44** und für das Überwachen des Kamerabilds **41** ersetzt.

**[0049]** Der A-618C sorgt für die Translation des Laufwagens in einem Bereich, welcher Platinen von ungefähr 46 mal 46 cm (18 mal 18 Zoll) aufnimmt.

**[0050]** Auch in dem automatisiertesten System wird oft menschliches Eingreifen erforderlich, um die korrekte Ausrichtung von integrierten mechanischen

Komponenten aufrechtzuerhalten und den Ablauf in der Station zu überwachen. Daher kann eine Bedienungsperson das auf dem Überwachungsbildschirm **41** dargestellte Bild beobachten und den Status der Inspektion unter Verwendung des Schnittstellenbildschirms **40** und der Datenzugangseinrichtungen **82** abfragen. Wenn nötig, ist manuelle Bedienung der Inspektionsstation durch Betätigung der Handsteuerseinheiten **30** bis **34** von Hand verfügbar.

**[0051]** Die Platineninspektion ist ein vielschrittiger Prozess. Zuerst wird das visuelle Subsystem entsprechend dem Typ der zu überprüfenden Platine konfiguriert. Es werden Parameter betreffend Typ, Position und Orientierung jeder zu inspizierenden Komponente auf der Platine in das visuelle Subsystem mittels des Benutzerdatenzugangs geladen. Bevorzugt ist die Information über CAD-(Computergestütztes Konstruieren)Dateien oder andere wohlbekannte Formate verfügbar. Frühere Konfigurationen sind in dem Hauptsubsystem zum schnellen Wiederabrufen von nachfolgenden Abtastungen des gleichen Platinentyps gespeichert.

**[0052]** Obwohl ein vorgegebener Ablauf eines SMT-Prozesses typischerweise für einen einzelnen Typ von Platine konfiguriert ist, ist anzumerken, dass das Inspektionssystem nicht nur für einen Typ von Platine in irgendeinem vorgegebenen Programmablauf konfiguriert sein braucht. Solange das System in der Lage ist, jede inspizierte Platine zu überprüfen, kann eine große Anzahl von Platinen unterschiedlicher Typen nacheinander überprüft werden. Dies hat einen besonderen Wert in der optionalen Nachbearbeitungsinspektionsstation **60**, wo viele aufeinanderfolgende unterschiedliche Platinentypen die Überprüfung erfordern. Tatsächlich kann die Nachbearbeitungsstation einer Vielzahl von SMT-Linien dienen.

**[0053]** Ist das System einmal für einen bestimmten Typ von Platine konfiguriert, kann der Inspektionsprozess beginnen. Eine Platine **6** ist mit der Bestückungsseite nach oben auf dem Förderer **5** in einer sogenannten „Null-Position“ angeordnet. Der Förderer **5** bewegt die Platine **6** zu einer Startposition unter der Kamera **20**. Da das visuelle System dazu in der Lage ist, seine Position aus den visuellen Merkmalen auf der Platine zu berechnen, ist eine hochpräzise Bewegung des Förderers und des Laufwagens unnötig. Die Inspektion kann stattfinden, während die Platine **6** auf dem Förderer **5** verbleibt, wodurch der Bedarf irgendeiner Art von Verriegelungsgabel und irgendwelcher Platinenhandhabungsmechanismen, die benötigt werden, um die Platine auf der Gabel zu platzieren oder die Platine von der Gabel zu entfernen, beseitigt wird, ferner Kosten und Gewicht reduziert werden und die Tragbarkeit und die Geschwindigkeit der Untersuchung erhöht wird. Jedoch können Platinenverriegelungsgabeln verwendet werden.

**[0054]** Das visuelle Subsystem identifiziert zuerst die Platine mittels Lesens eines Barcodes oder eines anderen visuellen Platinenidentifizierungshinweises auf der Platinenfläche, wie zum Beispiel ein Barcode. Das visuelle Subsystem ist dazu in der Lage, den Barcode zu identifizieren und zu isolieren und seine Identifikation der Platine nachzuprüfen. Daher ist eine separate Barcode-Leseausrüstung nicht nötig. Von dem Haupt subsystem **26** wird eine Aufzeichnung bezüglich der Platine zum Aufzeichnen der Information über die von dem visuellen Subsystem erzeugte Platine abgefragt und jegliche Systemneukonfiguration wird von dem Haupt subsystem ohne Benutzerschnittstelle automatisch durchgeführt. Wenn keine Aufzeichnung vorhanden ist, fragt das Haupt subsystem die Bedienungsperson, wie oben beschrieben, nach einer erläuternden Eingabe.

**[0055]** Das visuelle System führt eine Abtastung der Platine durch, um ein Bild für die Analyse zu erhalten. Die Abtastung kann zuerst mit einer relativ groben Auflösung gefolgt von einer oder mehreren aufeinanderfolgenden Abtastungen mit feineren Details gehandhabt werden, um den Status von fraglichen Gebieten zu klären, die während der groben Abtastung entdeckt wurden. Es wird bevorzugt ein einzelnes Bild von der Kamera verwendet, um den Durchsatz zu erhöhen.

**[0056]** Nachdem die Überprüfung beendet ist, wird die Platine zum Weiterleiten zu der nächsten SMT-Station oder zu der Nachbearbeitungsstation ausgeworfen. Wenn eine Nachbearbeitung notwendig ist, ist jegliche sachbezogene Information für die Nachbearbeitung für das Nachbearbeitungssystem automatisch verfügbar. An der Nachbearbeitungsstation gibt ein Benutzer ein oder tastet ab die Platinenidentifikation über einen Barcode-Leser oder eine andere Eingabeeinrichtung. Es werden dann Daten betreffend die spezielle Platine von der Datenbank abgefragt und auf dem Nachbearbeitungsbildschirm grafisch angezeigt. Die grafische Anzeige weist bevorzugt ein gespeichertes Bild des Typs der nachbearbeiteten Platine auf.

**[0057]** Es wird ein gespeichertes Bild verwendet, um den Umfang der an die Nachbearbeitungsstation zu sendenden Daten zu reduzieren. Dem Bild sind bei der Einweisung der Nachbearbeitungsbedienungsperson visuelle Symbole überlagert, analog zu roten Punkten auf einer Karte, welche die Position und die Art des Defekts der Platine zeigen. Eine CAD-Überlagerung und irgendwelche andere sachbezogene Information, die in die Datenbank eingegeben wurde und auch überlagert oder auf andere Weise angezeigt werden kann. Alternativ kann ein einfacher Textausdruck von Defekten für die Nachbearbeitungsstation verfügbar gemacht werden.

**[0058]** Jetzt mit Bezug auf [Fig. 4](#), wenn als handbe-

triebene Inspektionsstation zum „schubweise Verarbeiten“ betrieben, ist eine Schublade **43** verfügbar, um von Hand eine Platine zur Überprüfung einzusetzen. Die Schublade **43** ist in der Vorderseite der Station **56a** angeordnet und gleitet in Richtung des Benutzers nach außen. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Station **56a** nicht Teil einer SMEMA-Linie; daher wird der Lichtbaum **42** nicht benötigt. Zusätzlich sind sowohl die Kamera als auch die Beleuchtung auf dem Laufwagen **22a** hinter einer kastenartigen Abschirmung **45** montiert. Die Bildschirme **40a**, **41a**, der Hauptcomputer **26a** und die verschiedenen Schalter und Anzeiger wurden versetzt. Eine Tastatur ist innerhalb einer zweiten Schublade **46** montiert.

**[0059]** Jetzt mit Bezug auf die [Fig. 5](#) bis [Fig. 8](#) weist die Schublade **43** eine flache Fläche **48** mit einer Vielzahl von Stanzlöchern **47** auf, die in regelmäßigen Abständen sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung gebohrt sind. Die Fläche, auf der die Platine angeordnet ist, ist annähernd parallel zu der Ebene, in der die Kamera fährt. Ein Schalter **49**, welcher die Anwesenheit einer Platine detektiert, ist mit seiner Datenleitung **50** auf der durchlöcherten Fläche **48** angeordnet.

**[0060]** Es können an der durchlöcherten Fläche **48** zwei Arten von Aufsätzen befestigt sein, welche die Platine in ihrer Position sichern. Die erste Art sind einfache längliche Stützen **80**, **81**, durch welche per Hand festgeschraubte Schrauben **83** in die durchlöcherte Fläche eingreifen. Typischerweise werden diese Stützen für rechteckige Platinen in rechten Winkeln zueinander platziert, um in benachbarte Seiten der Platine einzugreifen.

**[0061]** Die zweite Art von Aufsatz **84**, **85** sind anpassbare Klammern, welche die anderen Seiten der Platine belegen. Jede Klammer ist mit der durchlöcherten Fläche mittels eines Paares per Hand festgeschraubter Schrauben **86** verbunden, die durch einen länglichen Schlitz **87** verlaufen. Wenn die Schrauben teilweise festgeschraubt sind, kann die Klammer in einer Linie längs der durchlöcherten Fläche zurück und vorwärts gleiten.

**[0062]** Jetzt mit Bezug auf [Fig. 6](#) ist jede längliche Stütze **80** aus starkem, starrem Material, wie zum Beispiel Aluminium, hergestellt. Die Oberseite jeder Stütze weist eine horizontal planare obere Fläche **100** auf, die sich von der oberen Innenkante **101** nach außen zu einer vertikal planaren Wand **102** erstreckt, die der Länge nach längs eines mittleren Abschnitts der Oberseite der Stütze verläuft. Die Höhe **103** der Wand entspricht grob der Dicke der Platine **6**, um sie hinreichend zu befestigen. Ein oder mehrere Klemmknaufe **104**, **105** sind drehbar zu der Oberseite der Stütze montiert. Jede anpassbare Klammer **84**, **85** weist eine ähnliche obere Platinenbefestigungsfläche und einen Klemmknauf auf.

**[0063]** Jeder Knauf ist üblicherweise zylinderförmig, wobei er einen vertikal planaren Ausschnitt **106** aufweist, der von der Rotationsachse **107** in einem radialen Abstand von nicht mehr als dem Abstand der Achse zu der Wand **102** angeordnet ist. Dies ermöglicht das Herausziehen der Platine, wenn der Ausschnitt mit der Wand gefluchtet ist, wie in **Fig. 7** gezeigt ist. Wenn er, wie in **Fig. 8** gezeigt, nicht gefluchtet ist, erstreckt sich ein Abschnitt **108** der oberen Fläche des Knaufs darüber und kontaktiert einen Bereich der oberen Fläche der aufliegenden Platine **6**.

**[0064]** Mittel zum Beibehalten der Position der Knaufe können verwendet werden, wie zum Beispiel Vorspannen des Knaufs nach unten unter Verwendung einer Feder **109**. Andere wohlbekanntes Mittel können auch verwendet werden.

**[0065]** Obwohl die vorliegende Erfindung auf die Überprüfung von elektronischen Anordnungen, wie Platinen, die oberflächenmontierte Komponenten aufweisen, gerichtet ist, ist zu würdigen, dass die Erfindung auch auf andere hergestellte Produkte angewendet wird, die Defekte aufweisen, welche durch visuelle Untersuchung detektierbar sind.

**[0066]** Obwohl in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel die Kamera als in einer Ebene bewegbar beschrieben ist, ist zu würdigen, dass komplexere Bewegungen, die vertikale Bewegung umfassen, und Neige-, Gier- und Rollbewegungen zu dem System abhängig von dem Typ des untersuchten Gegenstands hinzugefügt werden können.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum visuellen Überprüfen einer elektronischen Bauelement-Anordnung (**6**), aufweisend:

Positionieren der Anordnung (**6**) innerhalb des Aufnahmebereichs einer Farbdigitalkamera (**20**) mit mindestens vier Millionen Pixel Auflösung;

Erhalten eines Bildes der Oberfläche der Anordnung (**6**) mittels der Kamera (**20**), wobei das Erhalten aufweist:

Abtasten eines ersten Bildes der Anordnung (**6**) mit grober Auflösung, Identifizieren eines möglicherweise fehlerhaften Bereichs der Anordnung (**6**) und Abtasten eines ersten Bildes des Bereichs mit feiner Auflösung;

Analysieren des Bildes, um eine Aufzeichnung der beobachteten Fehler zu erhalten;

Zuordnen der beobachteten Fehler zu der zugehörigen Anordnung (**6**) in einer Datenbank; und

Erzeugen einer graphischen Darstellung, welche die beobachteten Fehler anzeigt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Analysieren aufweist:

Vergleichen des Bildes mit einem Satz von annehm-

baren Werten; und Identifizieren von Bereichen des Bildes, deren Werte nicht in diesen Wertebereich fallen.

3. Verfahren nach Anspruch 2, welches ferner aufweist:

Identifizieren der Anordnung (**6**) mittels eines visuellen Hinweises auf deren Oberfläche, der von der Kamera (**20**) gelesen wird; und

Klassifizieren der Anordnung (**6**) in einen von einer Mehrzahl von Anordnungstypen.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der Schritt des Positionierens aufweist:

Zapflagern der Anordnung (**6**) längs eines Förderers; und

Befestigen der Anordnung (**6**) innerhalb des Aufnahmebereichs der Kamera (**20**), wobei das Befestigen eine akzeptable Toleranz aufweist, die größer als zwei Hundertstel Zoll ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, welches ferner das Katalogisieren der Fehlerliste aufweist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Erzeugens aufweist:

Anzeigen einer Schablone, welche die Anordnung (**6**) darstellt;

Anzeigen eines deutlichen feststehenden visuellen Symbols für jeden der Fehler an einer Stelle auf der Schablone, die der Stelle jedes der Fehler auf der Anordnung (**6**) entspricht.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das visuelle Symbol die Anzeige eines Fehlertyps aufweist.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Kamera (**20**) innerhalb eines Gehäuses (**3**) montiert ist, das von Rädern (**35b**, **36b**) gestützt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Erhalten das Positionieren der Kamera (**20**) in einem Abstand von mindestens 12,7 Zentimetern über der Anordnung (**6**) aufweist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

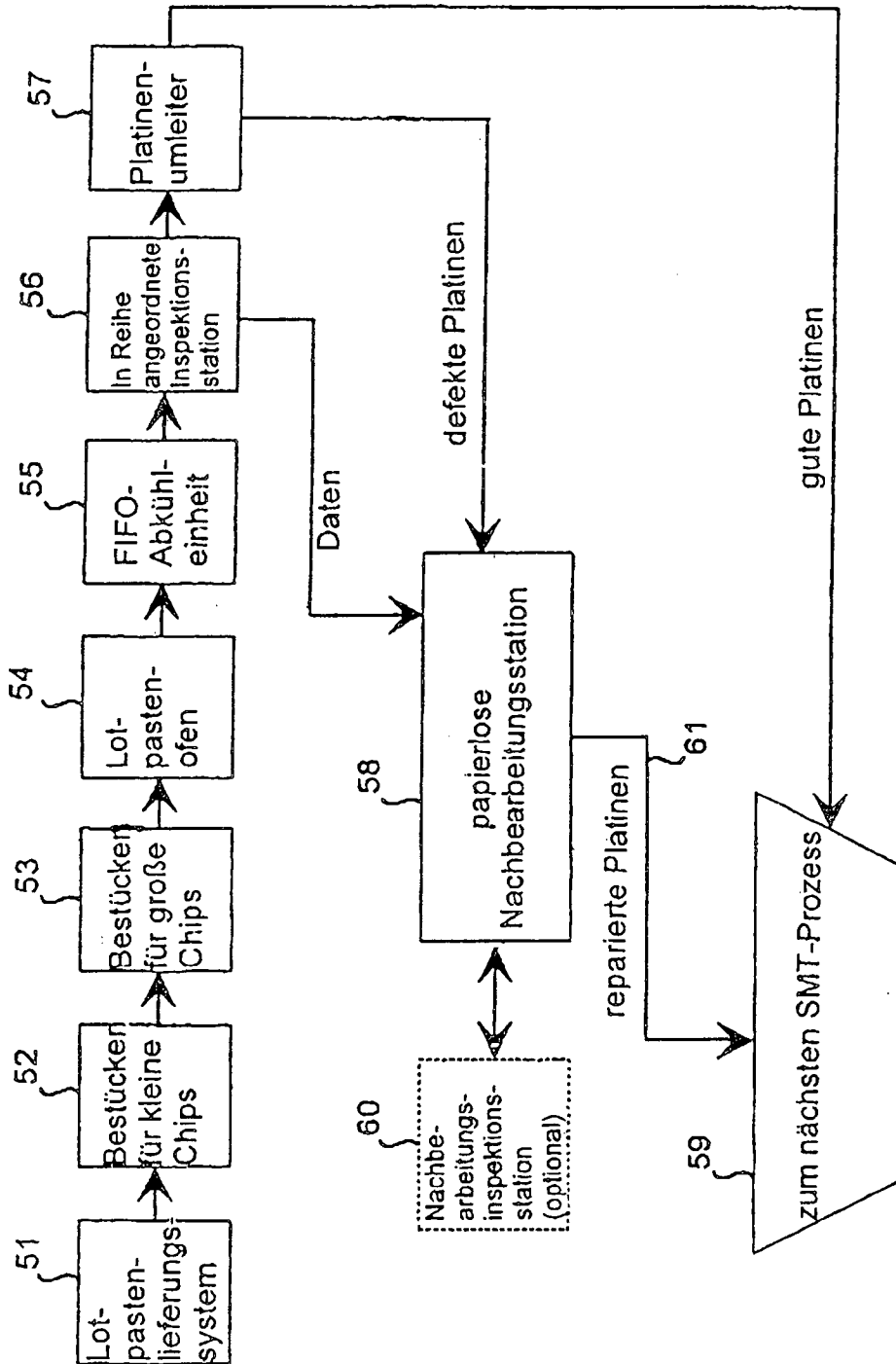


FIG. 1

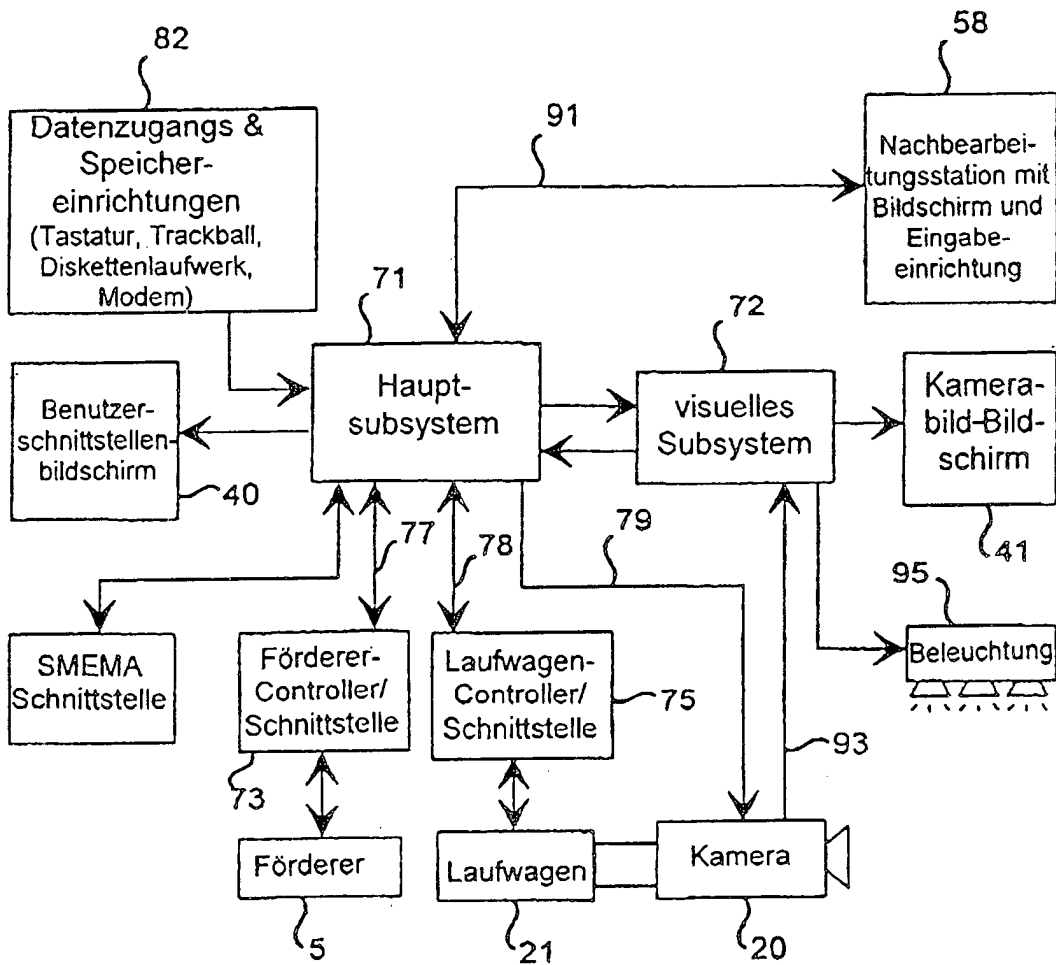


FIG. 2

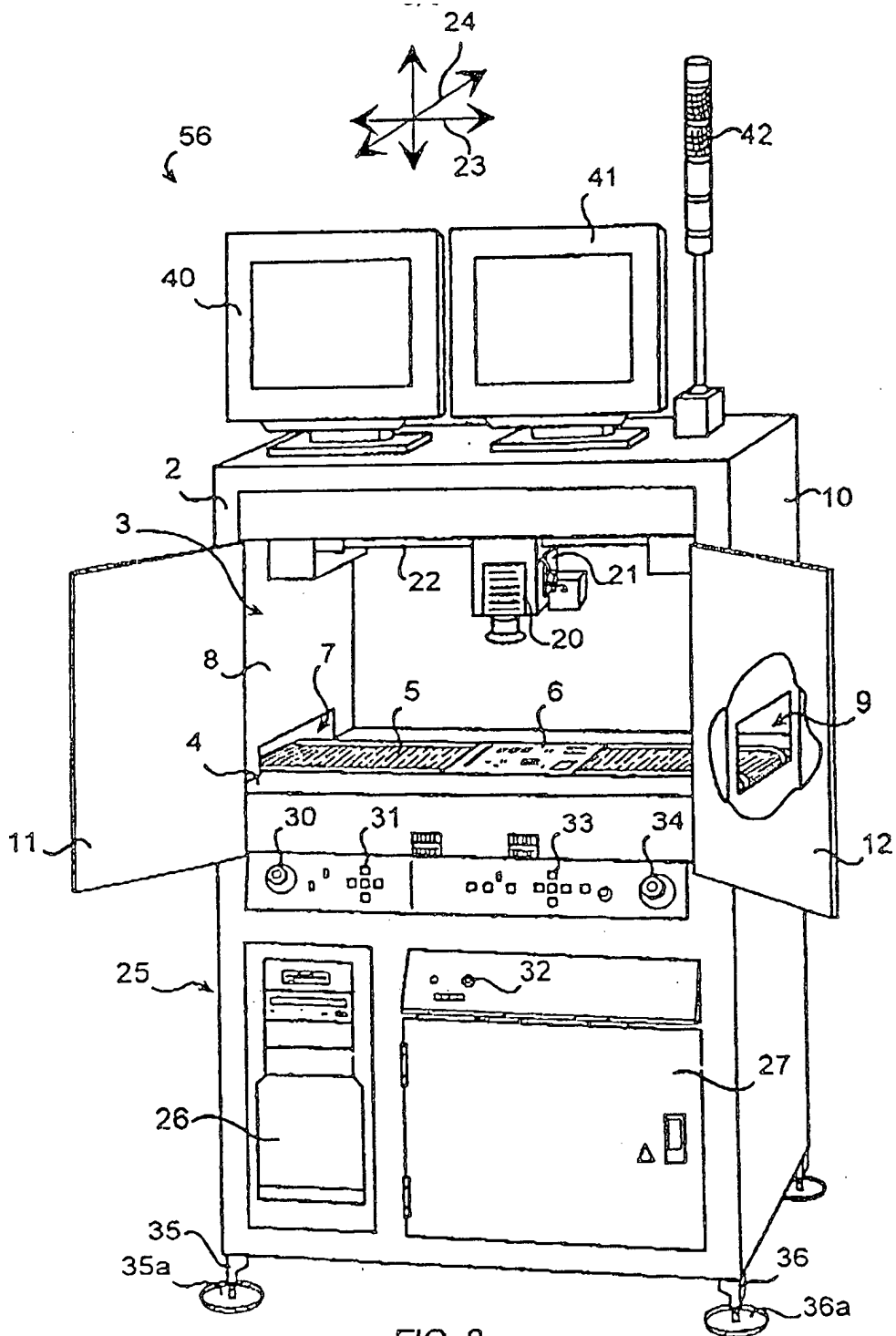


FIG. 3

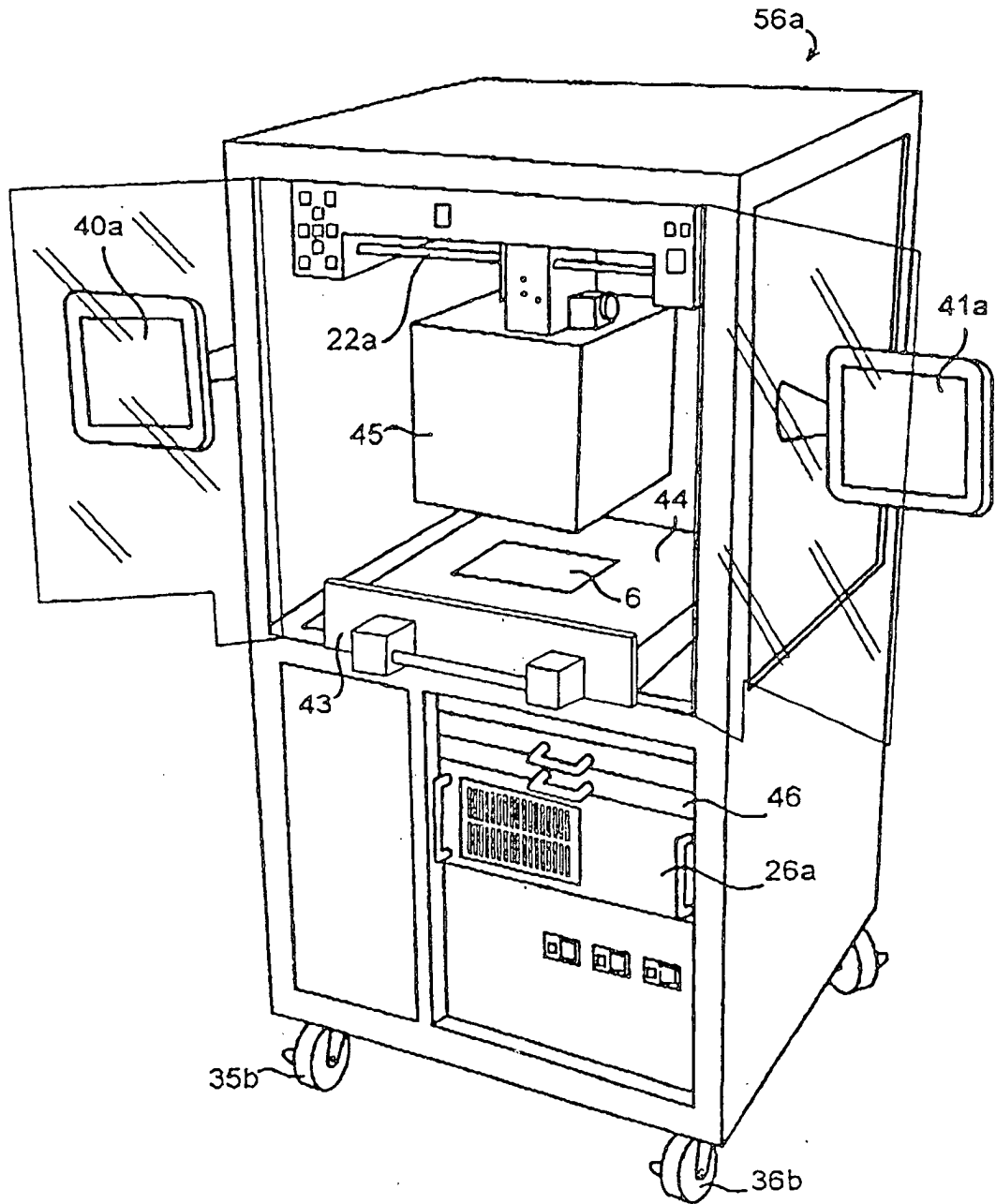


FIG. 4

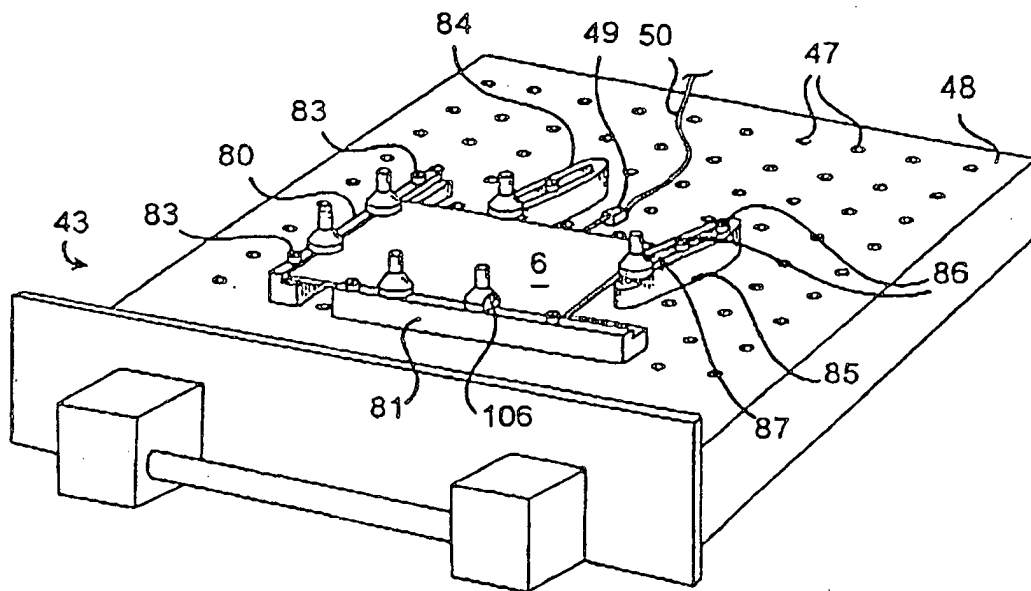


FIG. 5

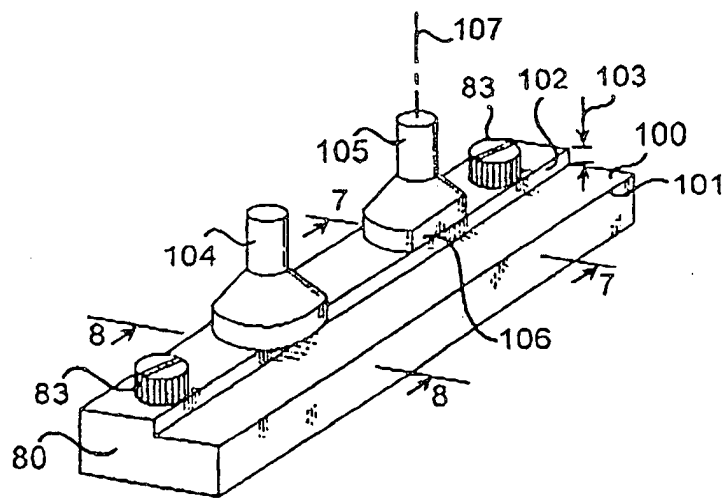


FIG. 6



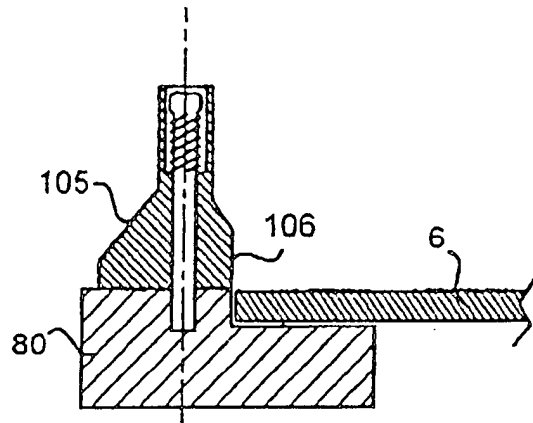


FIG. 7

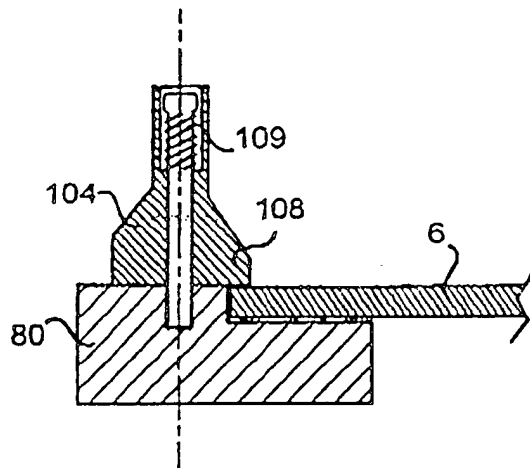


FIG. 8