



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

(10) **DE 10 2006 022 370 A1 2007.11.15**

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 022 370.5**

(22) Anmeldetag: **12.05.2006**

(43) Offenlegungstag: **15.11.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H05K 13/02 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Siemens AG, 80333 München, DE**

(72) Erfinder:

**Hannawald, Gerald, 86507 Oberottmarshausen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**GB 22 87 860 A**

**US 45 98 459**

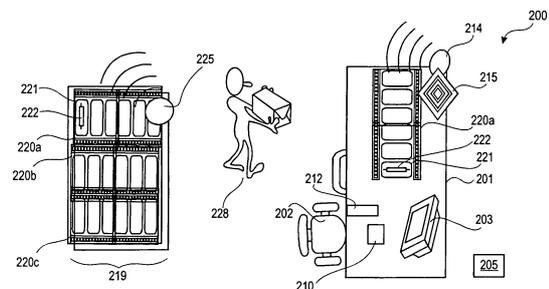
**EP 03 98 248 A2**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Anweisung zum manuellen Bestücken von Bauelementen**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Generieren einer Anweisung zum manuellen Bestücken von Bauelementen angegeben. Dabei werden folgende Schritte ausgeführt: (a) Bereitstellen einer zu bestückenden Leiterplatte (210), (b) Erfassen von leiterplattenbezogenen Daten der zu bestückenden Leiterplatte (210), (c) Bereitstellen der zu bestückenden Bauelemente (222) mittels mehrerer Bauelementbehälter (220), wobei jedem Bauelementbehälter (220) genau ein Typ von Bauelement (222) zugeordnet ist und jeder Bauelementbehälter (220) mit einem Datenträger (225) versehen ist, auf welchem bauelementbezogene Daten der jeweils zugeordneten Bauelemente (222) gespeichert sind, (d) Erfassen der bauelementbezogenen Daten, (e) Ermitteln einer Bestückanweisung für die Leiterplatte (210), basierend auf den leiterplattenbezogenen Daten und den bauelementbezogenen Daten, und (f) Anzeigen einer Bestückanweisung für die Leiterplatte mittels einer Anzeigeeinrichtung (203). Die leiterplattenbezogenen und die bauelementbezogenen Daten können in einer zentralen Datenbank (205) gespeichert werden, so dass für jede produzierte Leiterplatte (210) eine genaue Nachverfolgung hinsichtlich der verwendeten Rohmaterialien und der angewandten Bestückprozedur möglich ist. Es wird ferner ein Arbeitsplatz (200) zum manuellen Bestücken von Leiterplatten (210) angegeben, welcher zur Durchführung des angegebenen Verfahrens eingerichtet ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Generieren einer Anweisung zum manuellen Bestücken von Bauelementen auf eine Leiterplatte. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren zum manuellen Bestücken von THT-Bauelementen auf einen Bauelementeträger an einem THT-Arbeitsplatz. Die Erfindung betrifft ferner einen Arbeitsplatz zum manuellen Bestücken von Bauelementen auf eine Leiterplatte, insbesondere einen Arbeitsplatz zum manuellen Bestücken von THT-Bauelementen auf einen Bauelementeträger.

**[0002]** Im Gegensatz zu der Bestückung von Surface Mount Technology-Bauelementen (SMT-Bauelementen) auf Bauelementeträger erfolgt die Bestückung von Through Hole Technology-Bauelementen (THT-Bauelementen) auch heute noch in der Regel manuell. Dabei werden die zu bestückenden THT-Bauelemente von einer Arbeitskraft, welche sich an einem speziell eingerichteten THT-Arbeitsplatz befindet, aus einem Bauteilmagazin entnommen, die Anschlüsse der THT-Bauelemente in Durchgangslöcher in dem Bauelementeträger eingeführt und verlötet. Der Lötvorgang kann dabei manuell oder in einem so genannten Ofen erfolgen.

**[0003]** Im Gegensatz zu der automatischen Bestückung von SMT-Bauelementen mittels so genannter Bestückautomaten, wird der Verbrauch an Bauteilen und Leiterplatten bei der Herstellung von elektronischen Bauelementen im Rahmen einer manuellen THT-Bestückung lediglich organisatorisch verwaltet. Eine detaillierte Überwachung und Aufzeichnung von verarbeiteten Bauelementen und Leiterplatten insbesondere bei Chargenwechseln ist bei der THT-Bestückung nicht vorgesehen. Damit ist das manuelle Bestücken von THT-Bauelementen vergleichsweise unsicher, da eine zuverlässige Bestückung in erheblichem Maße von der Aufmerksamkeit einer das manuelle Bestückverfahren ausführenden Arbeitskraft abhängt.

**[0004]** Aus der WO 02/087302 A1 ist eine Einrichtung zum Kennzeichnen von Bauelementeträgern bekannt, die mit einer Mehrzahl von elektronischen Bauelemente bestückt werden sollen. Die Einrichtung zum Kennzeichnen wird bei der automatischen Bestückung von SMT-Bauelementen mittels Bestückautomaten zu einer Überwachung des Bestückprozesses verwendet. Die Einrichtung weist mindestens einen mit den SMT-Bauelementen gekoppelten Datenträger auf, in welchem technische Daten der Bauelemente abgelegt sind. Der Datenträger, welcher mittels einer Bearbeitungseinheit erfassbar und lesbar ist, ist ferner dafür ausgelegt, weitere technische Bauelementedaten, logistische Bauelementedaten und/oder Betriebsdaten des Bestückautomaten zu speichern. Hierdurch ist es möglich, sämtliche

Betriebszustände eines Bestückautomaten, fehlerhafte Bauelemente, fehlerhafte Bestückvorgänge, etc. während eines Bestückprozesses zu berücksichtigen und/oder die entsprechenden Daten auszuwerten und zur Optimierung und Verbesserung des Bestückprozesses einzusetzen.

**[0005]** Aus der DE 19804594 A1 ist ein Bauteilmagazin bekannt, welches eine Vielzahl von Aufnahme-fächern zur Aufnahme von jeweils einem elektronischen Bauelement aufweist. Um das jeweilige Bauelementmagazin und damit die einzelnen Bauelemente beispielsweise während eines Fertigungsprozesses verfolgen, identifizieren und somit logistisch zuordnen zu können, ist ein Transponder zur Identifizierung des Bauelementemagazins vorgesehen. Der Transponder kann in einem der Bauelementefächer aufgenommen werden.

**[0006]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Generieren einer Anweisung zum manuellen Bestücken von Bauelementen zu schaffen, welches Verfahren eine hohe Zuverlässigkeit des manuellen Bestückprozesses auch dann gewährleistet, wenn der Bestückprozess von einer nur mäßig aufmerksamen Arbeitskraft durchgeführt wird.

**[0007]** Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Generieren einer Anweisung zum manuellen Bestücken von Bauelementen auf eine Leiterplatte mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1. Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird ferner gelöst durch einen Arbeitsplatz zum manuellen Bestücken von Bauelementen auf eine Leiterplatte mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 11.

**[0008]** Das erfindungsgemäße Verfahren gemäß Anspruch 1 umfasst folgende Schritte: (a) Bereitstellen einer zu bestückenden Leiterplatte, (b) Erfassen von leiterplattenbezogenen Daten der zu bestückenden Leiterplatte, (c) Bereitstellen der zu bestückenden Bauelemente mittels mehrerer Bauelementbehälter, wobei jedem Bauelementbehälter genau ein Typ von Bauelement zugeordnet ist und jeder Bauelementbehälter mit einem Datenträger versehen ist, auf welchem bauelementbezogene Daten der jeweils zugeordneten Bauelemente gespeichert sind, (d) Erfassen der bauelementbezogenen Daten, (e) Ermitteln einer Bestückanweisung für die Leiterplatte basierend auf den leiterplattenbezogenen Daten und den bauelementbezogenen Daten und (f) Anzeigen einer Bestückanweisung für die Leiterplatte mittels einer Anzeigevorrichtung.

**[0009]** Dem genannten Verfahren liegt die Erkenntnis zugrunde, dass auch bei einer manuellen Bestückung von Bauelementen durch ein gezieltes Verfolgen bzw. Beobachten der zu bestückenden Leiter-

platten bzw. der verwendeten Bauelementbehälter während des manuellen Bestückprozesses die Wahrscheinlichkeit für Bestückfehler erheblich reduziert werden kann. Dazu wird der gesamte Materialtransport, das heißt sowohl die zu bestückende Leiterplatte als auch die verwendeten Bauelemente mittels individuellen Kennzeichnungen verfolgt. Durch eine geeignete Erfassung und Auswertung dieser Kennzeichnungsdaten wird der Arbeitskraft detailliert mitgeteilt, welches Bauelement an welcher Stelle der Leiterplatte bestückt werden muss.

**[0010]** Das genannte Verfahren hat den Vorteil, dass im Vergleich zu einer automatischen SMT-Bestückung, welche eine äußerst aufwändige und damit sehr kostspielige Steuerung und Überwachung des Bestückprozesses erfordert, Chargenwechsel auf vergleichsweise einfache Art und Weise identifiziert und entsprechende Informationen über den Chargenwechsel abgespeichert werden können. Unter einem Chargenwechsel ist in diesem Zusammenhang zu verstehen, dass nachdem ein bestimmter Typ von Bauelement verbraucht worden ist, die manuelle Bestückung mit anderen Bauelementen desselben Typs fortgesetzt wird, welche Bauelemente gegebenenfalls von einem anderen Hersteller stammen oder zu einem anderen Zeitpunkt hergestellt worden sind.

**[0011]** Das genannte Verfahren hat ferner den Vorteil, dass es auch für bereits bestehende THT-Handbestückungsplätze verwendet werden kann, ohne dass größere Umbauten an den Bestückplätzen vorgenommen werden müssen. Somit kann der bekannte THT-Handbestückungsprozess durch eine relativ kostengünstige und sichere Lösung deutlich effizienter und robuster durchgeführt werden, als dies mit herkömmlichen Handbestückungsplätzen möglich ist. Dies führt wiederum sowohl zu einer erheblichen Produktivitätssteigerung und als auch zu einer entsprechenden Kostenreduzierung im Vergleich zu den bisher verwendeten THT-Handbestückungsprozessen.

**[0012]** Die Bauelementbehälter können durch ein so genanntes Bulk-Reading erfasst werden. Dabei nimmt eine entsprechende Datenaufnahmeeinrichtung gleichzeitig alle in ihrem Erfassungsbereich befindlichen Bauelementbehälter bzw. die Daten der in den zugeordneten Datenträgern abgespeicherten Daten auf. Erfolgt dann ein Wechsel eines Bauelementbehälters, dann kann dieser Wechsel mit einem entsprechenden Datenverarbeitungssystem automatisch erkannt werden. Als Datenverarbeitungssystem eignet sich beispielsweise ein Manufacturing Execution System (MES), welches in Echtzeit eine Steuerung der Produktion mit einer Online-Datenverwaltung steuern bzw. überwachen kann.

**[0013]** Die Anzeigeeinrichtung ist typischerweise ein Monitor, so dass eine entsprechende Vorrichtung

zur Durchführung des Verfahrens mit zumindest teilweise bekannten Apparaturen realisiert werden kann. Die Anzeigeeinrichtung kann jedoch auch ein entsprechendes Lichtleitsystem sein, bei dem der Arbeitskraft mittels eines Lichtzeigers signalisiert wird, welche Bauelemente an welche Stelle der Leiterplatte zu bestücken sind.

**[0014]** Typischerweise wird für jede zu bestückende Leiterplatte ein Datensatz mit leiterplattenbezogenen Daten und mehrere Datensätze mit bauteilbezogenen Daten verwendet. Dabei hängt die Anzahl der Datensätze mit bauteilbezogenen Daten davon ab, wie viele verschiedene Bauelementtypen für die Bestückung der Leiterplatte verwendet werden.

**[0015]** Gemäß Anspruch 2 enthalten die bauelementbezogenen Daten Unikatsinformationen über die Gruppe der dem jeweiligen Bauelementbehälter zugeordneten Bauelemente. Die Unikatsinformationen sind typischerweise in einer Nummer enthalten, welche alle Informationen über die jeweiligen Bauteile wie beispielsweise Hersteller, Ort der Herstellung, Herstellzeitpunkt, Bauelementtyp, Lieferscheinnummer, Anliefermenge, etc. enthält. Insbesondere die Speicherung des Herstelldatums in einem so genannten Date Code ist wichtig, damit der Hersteller im Falle einer Auslieferung von fehlerhaften Bauelementen diese Bauelemente durch eine Art Rückrufaktion sperren kann. Dies bedeutet, dass die Kunden, welche typischerweise Elektronikhersteller sind, Bauteile mit dem genannten Date Code nicht weiter verwenden. Damit kann vermieden werden, dass in größerem Maße fehlerhafte elektronische Baugruppen hergestellt werden.

**[0016]** Es wird darauf hingewiesen, dass die Bauelementbehälter jeweils chargenrein mit einem bestimmten Typ an Bauelementen versehen sind. Um eine fehlerhafte Zuordnung zwischen Bauelementen und Datenträger zu verhindern, ist es ferner zweckmäßig, die Befüllung der Bauelementbehälter bereits am Wareneingang des Elektronikherstellers vorzunehmen. Somit wird mit maximaler Sicherheit gewährleistet, dass stets eine feste Zuordnung zwischen angelieferten und in dem jeweiligen Bauelementbehälter eingefüllten Bauelemente gewährleistet ist.

**[0017]** Zum Transport der befüllten Bauelementbehälter von dem Wareneingang bzw. einem Zwischenlager hin zu dem THT-Arbeitsplatz kann in herkömmlicher Weise ein Bauelementwagen verwendet werden, welcher bevorzugt zur Aufnahme von mehreren Bauelementbehältern, insbesondere so genannten Bauelementmagazinen eingerichtet ist.

**[0018]** Gemäß Anspruch 3 enthalten die leiterplattenbezogenen Daten Unikatsinformationen über die individuelle zu bestückende Leiterplatte. Auch die

Unikatsinformation bezüglich der Leiterplatte kann typischerweise alle Informationen wie beispielsweise Hersteller, Ort der Herstellung, Herstellzeitpunkt, Leiterplattentyp, Lieferscheinnnummer, Anliefermenge, etc. enthalten.

**[0019]** Es wird darauf hingewiesen, dass es vorteilhaft ist, wenn auch der Zeitpunkt der Erfassung der leiterplattenbezogenen Daten gespeichert wird. Somit kann das Herstellungsdatum bzw. die Herstellungszeit der zu bestückenden Leiterplatte präzise erfasst und Bestückfehler gegebenenfalls einer bestimmten Arbeitskraft zugeordnet werden. Durch einen derartigen Date Code einer bestückten Leiterplatte kann die Organisation einer gegebenenfalls erforderlichen Rückrufaktion im Falle einer Vielzahl von fehlerhaft bestückten Leiterplatten deutlich erleichtert werden.

**[0020]** Gemäß Anspruch 4 umfasst das Verfahren zusätzlich das Bestücken der Leiterplatte mit Bauelementen entsprechend der Bestückanweisung und das Speichern der leiterplattenbezogenen Daten und der bauelementbezogenen Daten in einer Datenbank. Damit wird auf einfache Weise eine vollständige so genannte Traceability, das heißt eine Rückverfolgung der verarbeiteten Rohmaterialien ermöglicht. Unter dem Begriff Rohmaterialien sind in diesem Zusammenhang insbesondere die zu bestückenden Leiterplatten und die entsprechenden Bauelemente zu verstehen. Der Begriff Rohmaterialien umfasst jedoch auch zu verarbeitende Halbfertigungserzeugnissen wie beispielsweise Elektronikmodule oder halbfertige elektronische Baugruppen.

**[0021]** Ferner kann, wie oben bereits dargelegt, ein Date Code bezüglich der Herstellung der bestückten Leiterplatte gespeichert werden, so dass bei Auftreten von Fehlern detailliert auf mögliche Fehlerursachen zurück geschlossen werden kann. Eine derartige Rückverfolgung bzw. Traceability wird derzeit insbesondere von der Automobilindustrie gefordert. Die beschriebene THT-Handbestückung erfüllt jedoch alle diesbezüglichen Forderungen, so dass sich für den jeweiligen Elektronikhersteller bei Anwendung des beschriebenen Verfahrens einen weiteren Absatzmarkt eröffnet.

**[0022]** Es wird darauf hingewiesen, dass die Traceability in anderen Bereichen wie beispielsweise der Medizintechnik durch gesetzliche Bestimmungen in einigen Ländern gefordert wird, so dass sämtliche Geräte, die in den betreffenden Ländern in den Verkehr gebracht werden sollen, die entsprechenden Anforderungen bezüglich der Traceability erfüllen müssen. Auch aus diesem Grund eröffnet das beschriebene Verfahren für Elektronikhersteller weitere Absatzmärkte.

**[0023]** Gemäß Anspruch 5 erfolgt das Erfassen der leiterplattenbezogenen Daten mittels eines Strich-

code-Lesegerätes. Dies hat den Vorteil, dass das genannte Verfahren problemlos mit herkömmlichen Leiterplatten durchgeführt werden kann, welche typischerweise einen Barcode zur Kennzeichnung der betreffenden Leiterplatte enthalten. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass zur Identifizierung der zu bestückenden Leiterplatten auch andere Datenträger verwendet werden können wie beispielsweise so genannte Transponder bzw. Radio Frequency Identification-Bauelemente (RFID-Bauelemente).

**[0024]** Es wird ferner darauf hingewiesen, dass bei der Verwendung von RFID-Bauelementen zur Kennzeichnung der Leiterplatten auch beschreibbare RFID-Bauelemente verwendet werden können, welche auf besonders vorteilhafte Weise eine Hinterlegung von sämtlichen mit dem genannten Verfahren erzeugten bzw. verarbeiteten Daten ermöglichen. Dies hat den Vorteil, dass eine fertig bestückte Leiterplatte einen Datenspeicher enthält, der sämtliche Informationen bezüglich der Traceability enthält. Damit wäre für jedermann ein Auslesen dieser Daten möglich, so dass im Falle von nicht verschlüsselten Daten eine vollständige Transparenz bezüglich der Produktion der Leiterplatte gegeben werden kann. Selbstverständlich kann ein Elektronikhersteller auch die Daten entsprechend verschlüsseln, so dass unbefugte Dritte diese Daten nicht oder nur zum Teil abrufen können.

**[0025]** Gemäß Anspruch 6 erfolgt das Erfassen der bauelementbezogenen Daten mittels einer drahtlosen Datenübertragung von dem Datenträger zu einer Datenempfangseinrichtung. Dies hat den Vorteil, dass eine drahtlose Datenerfassung den Anwender bzw. eine Arbeitskraft, welche an einem entsprechenden THT-Bestückplatz die Bestückung der Leiterplatten durchführt, nicht behindert. Somit wird die Bewegungsfreiheit der Arbeitskraft in keiner Weise eingeschränkt. Damit ist es nicht erforderlich, dass bei Einführung des beschriebenen Verfahrens die Arbeitskräfte ihren gewohnten Arbeitsablauf ändern müssen. Eine Einführung des beschriebenen Verfahrens erfordert somit keinerlei Umgewöhnung bzw. Umschulungsmaßnahmen.

**[0026]** Gemäß Anspruch 7 ist der Datenträger ein Transponder. Dies hat den Vorteil, dass gleichzeitig eine Vielzahl von unterschiedlichen Transpondern erfasst werden können. Ferner sind Transponder vergleichsweise preiswerte Bauelemente, die, wie bereits in einer Vielzahl von bekannten Anwendungen gezeigt, eine zuverlässige drahtlose Datenübertragung ermöglichen.

**[0027]** Gemäß Anspruch 8 wird eine Leiterplatte als fertig bestückt angesehen, wenn weitere leiterplattenbezogenen Daten einer danach zu bestückenden weiteren Leiterplatte erfasst werden. Dies hat den Vorteil, dass das genannte Verfahren ohne einen zu-

sätzlichen Arbeitsschritt automatisch dann abgeschlossen werden kann, wenn eine neue zu bestückende Leiterplatte erfasst wird.

**[0028]** Gemäß Anspruch 9 ist zumindest ein Bauelementbehälter mit mehreren Datenträgern versehen, die jeweils individuellen Bauelementen zugeordnet sind. Dies hat den Vorteil, dass jedes einzelne Bauelement individuell erfasst werden kann und somit der Bestückprozess noch detaillierter nachverfolgt werden kann. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass typischerweise ein Transponder-Bauelement in jedem Bauelement-Aufnahmefach des Bauelementbehälters vorgesehen ist, wobei jedes Bauelementaufnahmefach jeweils zur Aufnahme eines einzigen zu bestückenden Bauelements vorgesehen ist.

**[0029]** Gemäß Anspruch 10 umfasst das Anzeigen einer Bestückanweisung für die Leiterplatte individuelle Einzelanweisungen für einzelne Bauelemente. Dabei kann die Anzeige der Einzelanweisungen ebenfalls auf einem Monitor oder bevorzugt mittels eines so genannten Pick-to-Light Systems erfolgen, bei dem beispielsweise mittels einer Vielzahl von Leuchtdioden oder mittels eines über eine Ablenkeinheit geführten Lichtstrahls, insbesondere ein Laserstrahl, der Arbeitskraft durch einen Lichtzeiger signalisiert wird, welche Bauelemente an welche Positionen der Leiterplatte bestückt werden sollen.

**[0030]** Dabei kann die Position des Bauelements und/oder die Position des Bauelementbehälters durch eine geeignete Auswertung von Empfangssignalen insbesondere von Transpondern ermittelt werden. Somit kann insbesondere bei der Verwendung von mehreren Transpondern für einen Bauelementbehälter durch eine entsprechende Auswertung der Empfangssignale von zumindest zwei Transpondern, die an unterschiedlichen Stellen in dem Bauelementbehälter angeordnet sind, die genaue Position und auch die Orientierung des Bauelementbehälters relativ zu einem Referenzpunkt des THT-Arbeitsplatzes ermittelt werden. Somit können einer Arbeitskraft noch genaueren Angaben über die durchzuführende Bestückung gegeben werden, so dass die Prozesssicherheit der manuellen THT-Bestückung erheblich erhöht werden kann.

**[0031]** Der erfindungsgemäße Arbeitsplatz gemäß Anspruch 11 umfasst (a) eine Einrichtung zum Erfassen von leiterplattenbezogenen Daten der zu bestückenden Leiterplatte und (b) eine Einrichtung zum Erfassen von bauelementbezogenen Daten von zu bestückenden Bauelemente, welche von mehreren Bauelementbehälter aufnehmbar sind. Dabei ist jedem Bauelementbehälter genau ein Typ von Bauelement zugeordnet und jeder Bauelementbehälter ist mit einem Datenträger versehen, auf welchem die bauelementbezogene Daten gespeichert sind. Der

erfindungsgemäße Arbeitsplatz umfasst ferner (c) eine Datenverarbeitungseinrichtung, eingerichtet zum Ermitteln einer Bestückanweisung für die Leiterplatte basierend auf den leiterplattenbezogenen Daten und den bauelementbezogenen Daten, und (d) eine Anzeigeeinrichtung zum Anzeigen der Bestückanweisung.

**[0032]** Der beschriebene manuelle Bestückungsarbeitsplatz ist somit derart ausgestattet, dass ein gezieltes Verfolgen bzw. Beobachten der zu bestückenden Leiterplatten bzw. der verwendeten Bauelementbehälter während des manuellen Bestückprozesses möglich wird. Damit kann die Wahrscheinlichkeit für Bestückfehler erheblich reduziert werden. Mit dem erfindungsgemäßen Arbeitsplatz kann der gesamte Materialtransport durch eine geeignete Erfassung von Kennzeichnungsdaten erfasst und der betreffenden Arbeitskraft detailliert mitgeteilt werden, welches Bauelement an welcher Stelle der Leiterplatte bestückt werden muss.

**[0033]** Das genannte Arbeitsplatz hat den Vorteil, dass er durch einfache Umbaumaßnahmen von bereits bekannten THT-Handbestückungsplätze realisiert werden kann. Somit kann der bekannte THT-Handbestückungsprozess durch eine relativ kostengünstige und sichere Lösung deutlich effizienter und robuster durchgeführt werden, als dies mit herkömmlichen THT-Handbestückungsplätzen möglich ist.

**[0034]** Die Anzeigeeinrichtung kann ein herkömmlicher Monitor sein. Die Anzeigeeinrichtung kann jedoch auch ein Lichtleitsystem sein, bei dem der Arbeitskraft mittels eines Lichtzeigers signalisiert wird, welche Bauelemente an welche Stelle der Leiterplatte zu bestücken sind.

**[0035]** Gemäß Anspruch 12 weist der Arbeitsplatz ferner eine Datenbank zum Speichern der leiterplattenbezogenen Daten und der bauelementbezogenen Daten auf. Damit wird auf einfache Weise eine vollständige so genannte Traceability, das heißt eine Rückverfolgung der verarbeiteten Rohmaterialien, ermöglicht. Damit können den Abnehmern der bestückten Leiterplatten entsprechende Informationen über den manuellen Bestückvorgang für jede einzelne Leiterplatte bereitgestellt werden. Dabei kann insbesondere auch ein Date Code bezüglich der Herstellung der bestückten Leiterplatte gespeichert werden, so dass bei Auftreten von Fehlern detailliert auf mögliche Fehlerursachen zurück geschlossen werden kann.

**[0036]** Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden beispielhaften Beschreibung derzeit bevorzugter Ausführungsformen.

[0037] In der Zeichnung zeigen in schematischen Darstellungen

[0038] [Fig. 1](#) das Befüllen eines Bauelementwagens mit elektronischen Bauelementen,

[0039] [Fig. 2](#) das Übergeben von zu bestückenden Bauelementen von dem in [Fig. 1](#) dargestellten Bauelementwagen an einen THT-Arbeitsplatz,

[0040] [Fig. 3](#) eine Fertigungslinie für die THT-Handbestückung mit insgesamt sechs THT-Arbeitsplätzen und einem Inspektions-Arbeitsplatz, und

[0041] [Fig. 4](#) einen THT-Arbeitsplatz mit einem Pick-to-Light System, mit dem einer Arbeitskraft Einzelanweisungen für zu bestückende Bauelemente bereitgestellt werden können.

[0042] An dieser Stelle bleibt anzumerken, dass sich in der Zeichnung die Bezugszeichen von gleichen oder voneinander entsprechenden Komponenten lediglich in ihrer ersten Ziffer Buchstaben unterscheiden.

[0043] Nachfolgend wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Dieses ermöglicht nicht nur eine genaue Anweisung zum manuellen Bestücken von THT-Bauelementen auf einen Bauelementeträger sondern auch eine so genannte Traceability für sämtliche Komponenten einer fertig bestückten Leiterplatte.

[0044] Wie aus [Fig. 1](#) ersichtlich, beginnt das hier beschriebene Verfahren mit dem Beladen eines Bauelementwagens **119** mit einer Mehrzahl von Bauelementbehältern **120a**, **120b** und **120c**. Jedem Bauelementbehälter **120a**, **120b**, **120c** ist jeweils ein Transponder **125** zugeordnet, welcher zur Aufnahme von bauelementbezogenen Daten eingerichtet ist. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist in [Fig. 1](#) nur der Transponder **125** dargestellt, der dem Bauelementbehälter **120a** zugeordnet und an diesem angebracht ist. Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass die Transponder **225** jeweils die entsprechenden bauelementbezogenen Daten enthalten. Unter den Begriff bauelementbezogenen Daten werden in diesem Zusammenhang alle Informationen bezüglich der in dem jeweiligen Bauelementbehälter **120a**, **120b**, **120c** enthaltenen Bauelemente **122** verstanden wie beispielsweise Hersteller, Ort der Herstellung, Herstellzeitpunkt, Bauelementtyp, Lieferscheinnummer, Anliefermenge, etc..

[0045] Die zu beladenden Bauelemente **122** bzw. Bauelementbehälter **120a**, **120b**, **120c** werden aus entsprechenden Lagerbehältern, die sich in einem Hochregallager **130** befinden, von einem Lagerarbeiter **135** an den Bauelementwagen **119** übergeben. Dabei ist darauf zu achten, dass die Bauelemente

**122** jeweils chargenrein einem bestimmten Bauelementbehälter **120a**, **120b**, **120c** zugeordnet sind. Dies bedeutet, dass sich in einem Bauelementbehälter **120a**, **120b**, **120c** jeweils nur ein Typ von Bauelement von ein und derselben Charge eines bestimmten Herstellers befindet.

[0046] Die Bauelementbehälter **120a**, **120b** und **120c** weisen jeweils eine Mehrzahl von Bauelementefächer **121** auf, in denen sich jeweils ein Bauelement **122** befindet. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist in [Fig. 1](#) nur ein Bauelement **122** dargestellt.

[0047] Bei einem Einlegen der Bauelemente **122** in die Bauelementbehälter **120a**, **120b** und **120c** wird zusätzlich darauf geachtet, dass eine vorgegebene Unikatsnummer der jeweiligen Bauelemente fest der Unikatsnummer für den jeweiligen Bauelementbehälter **120a**, **120b**, **120c** zugeordnet wird. Auf diese Weise wird für das gesamte weitere Verfahren sichergestellt, dass stets eine feste Zuordnung zwischen einem bestimmten Typ von Bauelement **122** und einem Bauelementbehälter **120a**, **120b**, **120c** erhalten bleibt.

[0048] Wie aus [Fig. 2](#) ersichtlich, wird der Bauelementwagen **119** nach dem Befüllen zu einem THT-Arbeitsplatz **200** gebracht. Der Bauelementwagen, welcher nun mit dem Bezugszeichen **219** gekennzeichnet ist, wird dabei möglichst nahe an den THT-Arbeitsplatz **200** herangeführt, so dass die einzelnen Bauelementbehälter **220a**, **220b**, **220c** von einer Hilfskraft **228** bzw. einer Bedienperson auf eine Arbeitsplatte **201** des THT-Arbeitsplatzes gelegt werden. Dabei ist selbstverständlich sorgfältig darauf zu achten, dass die Zuordnung zwischen den einzelnen Bauelementen **222** und dem jeweiligen Bauelementbehälter **220a**, **220b**, **220c** bzw. dem entsprechenden Transponder **225** erhalten bleibt. Dies bedeutet, dass typischerweise eine sanfte Handhabung der Bauelementbehälter **220a**, **220b**, **220c** erforderlich ist, so dass unter keinen Umständen Bauelemente **222** aus den Bauelementefächern **221** herausfallen oder in andere Bauelementefächer **221** rutschen.

[0049] Es wird darauf hingewiesen, dass die Hilfskraft **228** mit dem Lagerarbeiter **135** identisch sein kann. Ebenso kann die Hilfskraft **228** jedoch eine Arbeitskraft sein, welche die manuelle THT-Bestückung an dem THT-Arbeitsplatz **200** vornimmt.

[0050] Wie ferner aus [Fig. 2](#) ersichtlich, weist der THT-Arbeitsplatz **200** eine Sitzgelegenheit **202** auf, die für eine nicht dargestellte Arbeitskraft eine ergonomisch vorteilhafte Sitzposition ermöglicht. Der THT-Arbeitsplatz **200** umfasst ferner einen Monitor **203**, auf dem Bestückanweisungen für eine zu bestückende Leiterplatte **210** angezeigt werden können. Die Bestückanweisungen werden basierend auf den bauelementbezogenen Daten, die in dem Transpon-

der **225** gespeichert sind und leiterplattenbezogenen Daten, die in einem nicht dargestellten Barcode auf der Leiterplatte **210** gespeichert sind, ermittelt.

**[0051]** Um die leiterplattenbezogenen Daten zu erfassen, ist ein Lesegerät **212** vorgesehen, welches beispielsweise ein so genannter Barcode-Scanner ist. Damit kann das Einlesen von leiterplattenbezogenen Daten von einer auf dem Stuhl **212** befindlichen Arbeitskraft auf einfache Weise durchgeführt werden.

**[0052]** Um die bauteilbezogenen Daten von dem Transponder **225** auszulesen, ist an dem THT-Arbeitsplatz **200** außerdem eine drahtlose Kommunikationseinrichtung vorgesehen, welche eine Datenempfangseinrichtung **214** zum Aktivieren und Auslesen des Transponders **225** hat. Die Datenempfangseinrichtung **214** weist wiederum eine entsprechende Antenne **215** zum Senden und Empfangen von entsprechenden Funksignalen auf.

**[0053]** Die Datenempfangseinrichtung **214** ist in geeigneter Weise mit einer nicht dargestellten Rechnerinheit gekoppelt, welche wiederum mit dem Monitor **203** bzw. mit einer Datenbank **205** verbunden ist. Nach einer erfolgreichen Bestückung der Leiterplatte **210** kann somit auf einfache Weise in der Datenbank **205** eine Zuordnung zwischen den bestückten Bauelementen **222**, die durch eine gemeinsame Unikatsnummer charakterisiert sind, und der verwendeten Leiterplatte **210**, die durch eine individuelle Unikatsnummer charakterisiert ist, abgespeichert werden. Diese Informationen können dann für eine so genannte Traceability verwendet werden. Damit können die verarbeiteten Rohmaterialien (Bauelemente **222** und Leiterplatte **210**) zurückverfolgt werden. Bei einer geeigneten Daten-Schnittstelle zwischen dem Hersteller der elektronischen Bauelemente bzw. der Leiterplatte und dem Elektronikhersteller, welcher das hier beschriebene Verfahren anwendet, können die Rohmaterialien somit nicht nur bezüglich des Bestückvorgangs sondern zurück bis zu ihrer Produktion zurückverfolgt werden. Somit können Fehler nicht nur im Bestückablauf sondern ggf. auch bei der Herstellung der Rohmaterialien zügig erkannt und durch geeignete Maßnahmen abgestellt werden.

**[0054]** Bei einer Entnahme von Bauelementen **222** aus einem nächsten Bauelementbehälter **220a** wird dieser Bauelementbehälter-Wechsel automatisch erkannt und in der Datenbank **205** vermerkt. Somit kann auf einfache Weise die genaue Herkunft und die Zusammensetzung der verwendeten THT-Bauelemente **222** zurückverfolgt werden, die für eine fertig bestückte Leiterplatte **210** verwendet wurden. Damit werden alle Anforderungen hinsichtlich der Traceability, wie sie beispielsweise insbesondere in der Automobilindustrie oder durch gesetzliche Vorgaben beispielsweise für medizinische Geräte gestellt werden, durch die Anwendung des beschriebenen Verfahrens

erfüllt. Damit eröffnet sich für den Anwender des beschriebenen Verfahrens neue Absatzmärkte.

**[0055]** **Fig. 3** zeigt eine THT-Fertigungslinie, welche insgesamt sechs THT-Arbeitsplätze **300** aufweist. Die THT-Arbeitsplätze **300** sind gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel genauso aufgebaut wie der in **Fig. 2** dargestellte THT-Arbeitsplatz **200**. Die THT-Fertigungslinie weist ferner eine Transportstrecke **350** auf, welche zum Transport von noch zu bestückenden, von teilweise zu bestückenden und/oder von fertig bestückten Leiterplatten vorgesehen ist.

**[0056]** Zur Vorbereitung des manuellen Bestückens werden Bauelementbehälter **320** von Hilfskräften bzw. von Arbeitskräften **328** von Bauelementewägen **319** entnommen und an die einzelnen THT-Arbeitsplätze **300** übergeben. Dabei kann je nach Art der zu bestückenden Leiterplatten eine gleichmäßige Aufteilung von Bauelementtypen an die einzelnen THT-Arbeitsplätze **300** erfolgen, so dass an jedem THT-Arbeitsplatz **300** das gleiche manuelle Bestückprogramm durchgeführt wird. Alternativ können auch unterschiedliche Bauelementtypen an unterschiedliche THT-Arbeitsplätze **300** übergeben werden, so dass hinsichtlich der Bestückung der zu bestückenden Leiterplatten eine Spezialisierung dahingehend erfolgt, dass an unterschiedlichen THT-Arbeitsplätzen **300** unterschiedliche Arten von Bauelementen bestückt werden.

**[0057]** Sofern an den einzelnen THT-Arbeitsplätzen **300** identische Bestückprogramme durchgeführt werden, können die zu bestückenden Leiterplatten entweder über die Transport- bzw. Förderstrecke **350** oder auch über einen nicht dargestellten Leiterplattenwagen an die einzelnen THT-Arbeitsplätze übergeben werden. Bei komplementären Bestückprogrammen an den unterschiedlichen THT-Arbeitsplätzen **300** bietet sich eine Zuführung der Leiterplatten, die je nach Arbeitsplatz **300** noch nicht bestückt, teilweise bestückt oder nahezu vollständig sind, über die Transportstrecke **350** an.

**[0058]** Zur Rückverfolgung der einzelnen Bestückvorgänge bzw. der verwendeten Bauelemente sowie zur Anzeige an einer entsprechenden Bestückenweisung wird, wie zuvor anhand von **Fig. 2** erläutert, die zu bestückende Leiterplatte mittels eines nicht dargestellten Barcode-Lesegerätes erfasst. Auch die Erfassung der bauelementbezogenen Daten erfolgt in gleicher Weise wie zuvor anhand von **Fig. 2** beschrieben. Bei einer Speicherung der leiterplattenbezogenen Daten und der bauteilbezogenen Daten in einer nicht dargestellten zentralen Datenbank kann somit eine vollständige Traceability nicht nur bezüglich der verwendeten Rohmaterialien, sondern auch bezüglich der einzelnen THT-Arbeitsplätze **300** durchgeführt werden, an denen die einzelnen Leiter-

platten manuell bestückt worden sind.

**[0059]** Die dargestellte THT-Fertigungslinie umfasst ferner einen optischen Inspektionsapparat **340**, welcher zur Kontrolle der in den einzelnen THT-Arbeitsplätzen **300** manuell bestückten Leiterplatten vorgesehen ist. Dabei kann eine manuelle Inspektion erfolgen, wobei eine weitere nicht dargestellte Arbeitskraft an einem Inspektions-Arbeitsplatz **341** die bestückten Leiterplatten auf eine korrekte Bestückung sowohl hinsichtlich der Art der bestückten Bauelemente als auch der jeweiligen Bestückposition der bestückten Bauelemente überprüft. Dabei wird bevorzugt die zu prüfende Leiterplatte automatisch identifiziert und die Bestückerweisung auf einem Monitor **343** dargestellt.

**[0060]** Es wird darauf hingewiesen, dass die optische Inspektion auch automatisch erfolgen kann. Dabei wird die bestückte Leiterplatte ebenfalls automatisch identifiziert und dann mittels einer Software, die eine detaillierte Bildverarbeitung der zu prüfenden Leiterplatte vornimmt, hinsichtlich korrekt bestückter Bauelemente überprüft.

**[0061]** Es wird ferner darauf hingewiesen, dass auch taktile Inspektionsapparate bzw. kombinierte optische und taktile Inspektionsapparate zur Prüfung der bestückten Leiterplatten verwendet werden können.

**[0062]** Stromabwärts des Inspektions-Arbeitsplatzes **341** kann ferner ein nicht dargestellter Reparatur-Arbeitsplatz vorgesehen sein. An einem derartigen Reparatur-Arbeitsplatz können fehlende Bauelemente nachbestückt oder räumlich schlecht oder falsch platzierte Bauelemente von der Leiterplatte entfernt und an der korrekten Bestückposition aufgesetzt werden.

**[0063]** [Fig. 4](#) zeigt einen THT-Arbeitsplatz **400** gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Der THT-Arbeitsplatz **400** umfasst ebenfalls eine Arbeitsplatte **410** sowie einen Stuhl **402**, auf welchen eine Arbeitskraft (nicht dargestellt) eine ergonomisch günstige Position einnehmen kann.

**[0064]** Der THT-Arbeitsplatz **400** weist ebenso einen Monitor **403** auf, auf welchem Bestückerweisungen für eine zu bestückende Leiterplatte **410** angezeigt werden können.

**[0065]** Im Gegensatz zu dem in [Fig. 2](#) dargestellten THT-Arbeitsplatz **200** sind hier mehrere Datenempfangseinrichtungen bzw. RFID-Lesegeräte **414** vorgesehen. Diese Lesegeräte **414** ermöglichen ein Erfassen von bauteilbezogenen Daten von Transpondern, die gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel in jedem Bauelementefach **421** des Bauelementbehälters **420** vorgesehen sind. Aus

Gründen der Übersichtlichkeit sind diese Transponder in [Fig. 4](#) nicht dargestellt. Gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist jedoch jedem Bauelement **422**, welches sich in einem Bauelementfach **421** befindet, ein Transponder zugeordnet. Auf diese Weise können auch die bauelementbezogenen Daten individuell für jedes einzelne Bauelement **422** und nicht nur kollektiv für sämtliche Bauelemente erfasst werden, die sich in dem jeweiligen Behälter **420** befinden.

**[0066]** Die Auswertung mehrerer Transpondersignale, die von einzelnen oder von allen RFID-Lesegeräten **414** empfangen werden, ermöglicht auch eine Bestimmung der relativen Position bzw. der relativen Orientierung des Bauelementbehälters **420** auf der Arbeitsplatte **401**. Eine genaue Kenntnis der Position des Bauelementbehälters **420** und damit auch der in den einzelnen Bauelementefächern **421** befindlichen Bauelemente **422** ermöglicht eine noch detailliertere Bestückerweisung, welche gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel mittels eines so genannten Pick-to-Light Systems realisiert ist. Dieses System umfasst eine Mehrzahl von Leuchtdioden **405**, welche an der Arbeitsplatte **401** unmittelbar neben oder vor den einzelnen Bauelementefächern **421** angeordnet sind und welche der nicht dargestellten Arbeitskraft durch ein Aufleuchten anzeigen, welches Bauelement als nächstes von dem Bauelementbehälter **420** zu entnehmen und zu bestücken ist.

**[0067]** Es wird darauf hingewiesen, dass die Anzeige der als nächstes zu bestückenden Bauelemente **422** auch mittels anderer bevorzugt optischer Einrichtungen, wie beispielsweise einem über eine bewegliche Ablenkeinheit geführten Laserstrahl, der auf die Arbeitsplatte **401** projiziert wird, möglich ist.

**[0068]** Eine derartige noch detailliertere Bestückerweisung für die betreffenden Arbeitskräfte hat den Vorteil, dass die Prozesssicherheit der manuellen THT-Bestückung weiter erhöht wird. Zudem ist auch eine noch genauere Nachverfolgung der bestückten Bauelemente möglich, da nunmehr jedes Bauelement individuell nachverfolgt werden kann.

**[0069]** Es wird darauf hingewiesen, dass die hier beschriebenen Ausführungsformen lediglich ein beschränkte Auswahl an möglichen Ausführungsvarianten der Erfindung darstellen. So ist es möglich, die Merkmale einzelner Ausführungsformen in geeigneter Weise miteinander zu kombinieren, so dass für den Fachmann mit den hier expliziten Ausführungsvarianten eine Vielzahl von verschiedenen Ausführungsformen als offensichtlich offenbart anzusehen sind.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Generieren einer Anweisung

zum manuellen Bestücken von Bauelementen (**222**) auf eine Leiterplatte (**210**), insbesondere zum manuellen Bestücken von THT-Bauelementen (**222**) auf einen Bauelementeträger (**210**) an einem THT-Arbeitsplatz (**200**), aufweisend folgende Schritte

- Bereitstellen einer zu bestückenden Leiterplatte (**210**),
- Erfassen von leiterplattenbezogenen Daten der zu bestückenden Leiterplatte (**210**),
- Bereitstellen der zu bestückenden Bauelemente (**222**) mittels mehrerer Bauelementbehälter (**220a**, **220b**, **220c**), wobei
  - jedem Bauelementbehälter (**220a**, **220b**, **220c**) genau ein Typ von Bauelement (**222**) zugeordnet ist und
  - jeder Bauelementbehälter (**220a**, **220b**, **220c**) mit einem Datenträger (**225**) versehen ist, auf welchem bauelementbezogene Daten der jeweils zugeordneten Bauelemente (**222**) gespeichert sind,
- Erfassen der bauelementbezogenen Daten,
- Ermitteln einer Bestückanweisung für die Leiterplatte (**210**) basierend auf den leiterplattenbezogenen Daten und den bauelementbezogenen Daten, und
- Anzeigen der Bestückanweisung für die Leiterplatte (**210**) mittels einer Anzeigeeinrichtung (**203**).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die bauelementbezogenen Daten Unikatsinformationen über die Gruppe der dem jeweiligen Bauelementbehälter zugeordneten Bauelemente (**222**) enthalten.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei die leiterplattenbezogenen Daten Unikatsinformationen über die individuelle zu bestückende Leiterplatte (**210**) enthalten.

4. Verfahren nach Anspruch 3, zusätzlich aufweisend folgenden Schritte

- Bestücken der Leiterplatte (**210**) mit Bauelementen (**222**) entsprechend der Bestückanweisung und
- Speichern der leiterplattenbezogenen Daten und der bauelementbezogenen Daten in einer Datenbank (**205**).

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Erfassen der leiterplattenbezogenen Daten mittels eines Strichcode-Lesegerätes (**212**) erfolgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Erfassen der bauelementbezogenen Daten mittels einer drahtlosen Datenübertragung von dem Datenträger (**225**) zu einer Datenempfangseinrichtung (**214**) erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Datenträger ein Transponder (**225**) ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei eine Leiterplatte (**210**) als fertig bestückt angesehen wird, wenn weitere leiterplattenbezogenen Da-

ten einer danach zu bestückenden weiteren Leiterplatte (**210**) erfasst werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei zumindest ein Bauelementbehälter (**420**) mit mehreren Datenträgern (**225**) versehen ist, die jeweils individuellen Bauelementen (**422**) zugeordnet sind.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das Anzeigen einer Bestückanweisung für die Leiterplatte individuelle Einzelanweisungen für einzelne Bauelemente (**422**) umfasst.

11. Arbeitsplatz zum manuellen Bestücken von Bauelementen (**222**) auf eine Leiterplatte (**210**), insbesondere zum manuellen Bestücken von THT-Bauelementen (**222**) auf einen Bauelementeträger (**210**), der Arbeitsplatz aufweisend

- eine Einrichtung zum Erfassen von leiterplattenbezogenen Daten der zu bestückenden Leiterplatte (**210**),
- eine Einrichtung zum Erfassen von bauelementbezogenen Daten von zu bestückenden Bauelemente (**222**), welche von mehreren Bauelementbehälter (**220a**, **220b**, **220c**) aufnehmbar sind, wobei
  - jedem Bauelementbehälter (**220a**, **220b**, **220c**) genau ein Typ von Bauelement (**222**) zugeordnet ist und
  - jeder Bauelementbehälter (**220a**, **220b**, **220c**) mit einem Datenträger (**225**) versehen ist, auf welchem die bauelementbezogene Daten gespeichert sind,
- eine Datenverarbeitungseinrichtung (**205**), eingerichtet zum Ermitteln einer Bestückanweisung für die Leiterplatte (**210**) basierend auf den leiterplattenbezogenen Daten und den bauelementbezogenen Daten, und
- einer Anzeigeeinrichtung (**203**) zum Anzeigen der Bestückanweisung.

12. Arbeitsplatz nach Anspruch 11, zusätzlich aufweisend eine Datenbank (**205**) zum Speichern der leiterplattenbezogenen Daten und der bauelementbezogenen Daten.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen



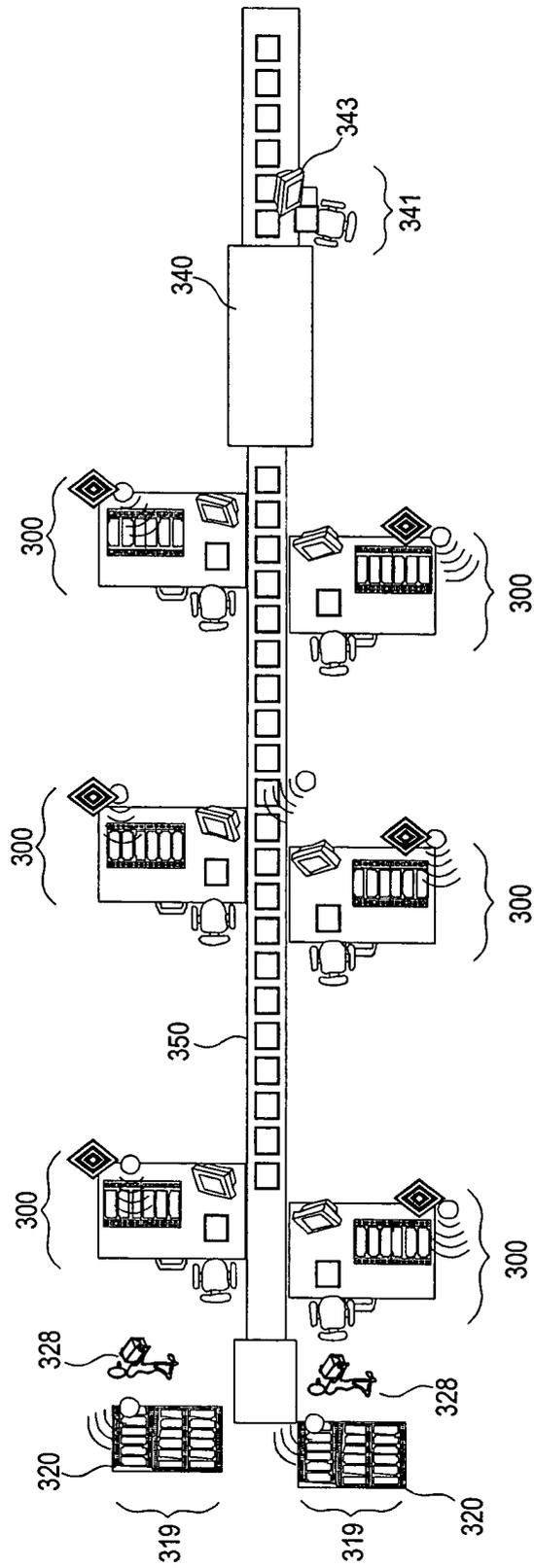


Fig. 3

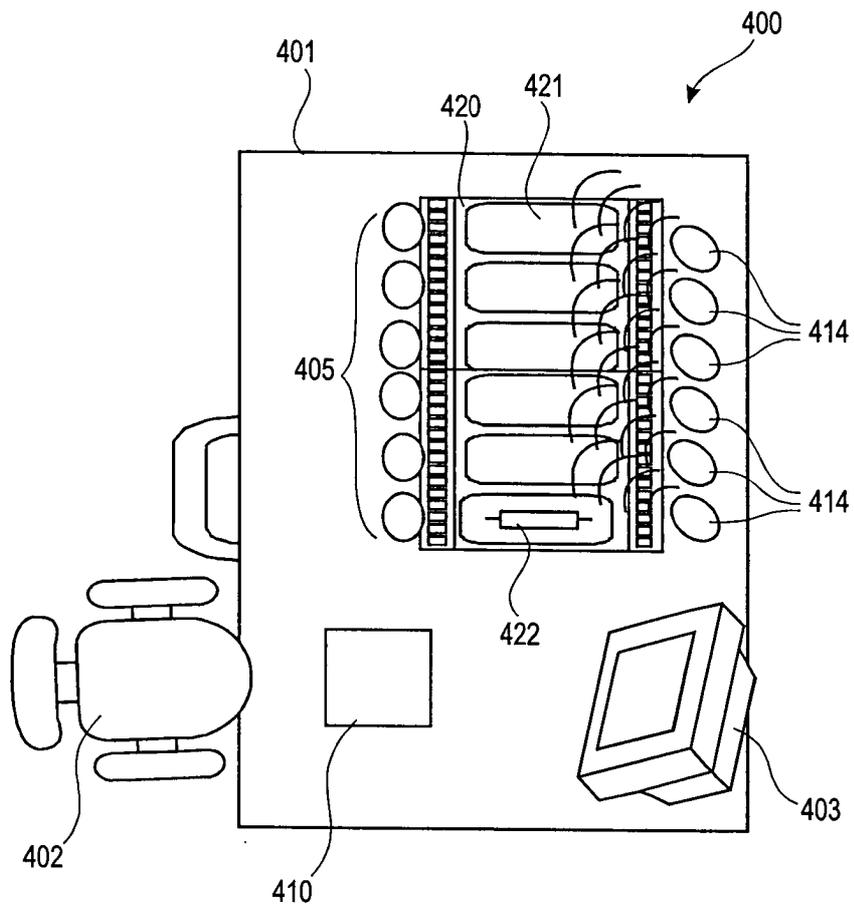


Fig. 4