



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 02 151 T2 2005.12.08**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 415 167 B1**

(51) Int Cl.7: **G01R 31/316**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 02 151.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US02/24744**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 794 658.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 03/014751**

(86) PCT-Anmeldetag: **05.08.2002**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **20.02.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.05.2004**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **01.12.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **08.12.2005**

(30) Unionspriorität:
924279 08.08.2001 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR**

(73) Patentinhaber:
Accu-Assembly Inc., Andover, Mass., US

(72) Erfinder:
KOU, Michael, Yuen-Foo, Andover, US

(74) Vertreter:
**Patentanwälte Maxton Langmaack & Partner,
50968 Köln**

(54) Bezeichnung: **METHODE UND APPARATUS ZUR AUSWERTUNG VON EINEM SATZ ELEKTRONISCHER BAUELEMENTE**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Hersteller hantieren oft mit einer großen Anzahl elektronischer Bauelemente, wenn sie elektronische Geräte zusammenbauen. Diese elektronischen Bauelemente können beschädigungsanfällig sein, insbesondere während Leiterplatten-Herstellungsprozessen, und zwar infolgedessen, dass sie länger Umgebungsbedingungen mit einem hohen Umgebungsfeuchtigkeitsgehalt ausgesetzt waren. Die Umgebungsfeuchtigkeit kann in die Körper feuchtigkeitsempfindlicher Bauelemente eindringen und in diesen eingeschlossen werden. Während bestimmter Herstellungsprozesse wie etwa dem Reflow-Löten sind diese elektronischen Bauelemente hohen Temperaturen ausgesetzt. Die hohen Temperaturen können bewirken, dass sich die eingeschlossene Feuchtigkeit ausdehnt, und können die elektronischen Bauelemente beschädigen.

[0002] Um das Auftreten solcher Schäden zu minimieren, können elektronische Bauelemente bei erhöhten Temperaturen ausgebacken werden, um zumindest einen Teil der eingeschlossenen Feuchtigkeit vor dem Reflow-Löten oder der Exposition gegenüber anderen hohen Temperaturen zu entfernen.

[0003] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf die Überwachung einer Umgebungsbedingung, die einem Behälter zuzuordnen ist, der einen Satz elektronischer Bauelemente enthält. Erfindungsgemäß wird ein Verfahren bereitgestellt, um einen Satz identischer elektronischer Bauelemente vor dem Einbau der Bauelemente in elektronische Baugruppen zu bewerten. Das Verfahren umfasst: ein Erfassen von Daten, welche den atmosphärischen Feuchtigkeitsgehalt angeben, der den elektronischen Bauelementen zuzuordnen ist, und zwar während aufeinanderfolgender Zeitspannen vor dem Einbau der elektronischen Bauelemente aus dem Satz in die elektronischen Baugruppen; das Speichern der erfassten Daten; das Bewerten, ob die elektronischen Bauelemente geeignet sind, den mit einem Reflow-Prozess verbundenen Bedingungen ausgesetzt zu werden, und zwar basierend auf einer veranschlagten Gesamtwirkung der Exposition gegenüber dem atmosphärischen Feuchtigkeitsgehalt auf Basis der gespeicherten Daten; und danach, für elektronische Bauelemente, für welche festgestellt wird, dass sie geeignet sind, während des Einbaus den mit einem Reflow-Prozess verbundenen Bedingungen ausgesetzt zu werden: das Einbauen der geeigneten elektronischen Bauelemente in elektronische Baugruppen.

[0004] Das vorstehende Verfahren kann ausgeführt werden, indem eine Feuchtigkeitsspeicherungseinrichtung an dem Behälter angebracht wird, wobei die Feuchtigkeitsspeicherungseinrichtung ein Messelement aufweist, das auf den atmosphärischen Feuchtigkeitsgehalt anspricht, eine Speichereinrichtung so-

wie einen Prozessor, der elektrisch mit dem Messelement und mit der Speichereinrichtung gekoppelt ist. Der Prozessor ist derart konfiguriert, dass er periodisch Informationen von dem Messelement empfängt, welche den atmosphärischen Feuchtigkeitsgehalt anzeigen, und dass er auf Basis der empfangenen Informationen Daten in der Speichereinrichtung speichert.

[0005] Außerdem umfasst erfindungsgemäß ein Behälter für elektronische Bauelemente, die in elektronische Baugruppen eingebaut werden sollen: eine Lagerungsvorrichtung, die einen Satz von elektronischen Bauelementen enthält; und eine Aufzeichnungseinrichtung für Umgebungsbedingungen, die mit der Lagerungsvorrichtung gekoppelt ist und dem Satz von elektronischen Bauelementen zugeordnet ist, wobei die Aufzeichnungseinrichtung für Umgebungsbedingungen Messelemente umfasst, die auf den atmosphärischen Feuchtigkeitsgehalt ansprechen, einen Prozessor sowie eine zugehörige Speichereinrichtung, wobei der Prozessor dazu konfiguriert ist, Daten von den Messelementen zu empfangen, die den atmosphärischen Feuchtigkeitsgehalt während mehrerer aufeinanderfolgender Zeitspannen anzeigen, um die Daten aufsummiert und zugriffsbereit in der zugehörigen Speichereinrichtung zu speichern und um zu bewerten, ob die elektronischen Bauelemente geeignet sind, Bedingungen ausgesetzt zu werden, die mit einem Reflow-Prozess während eines nachfolgenden Einbaus verbunden sind, und zwar basierend auf einer Gesamtwirkung der Exposition gegenüber dem atmosphärischen Feuchtigkeitsgehalt.

[0006] In einem anderen Aspekt bezieht sich die Erfindung auf ein System zum Bewerten eines Satzes von identischen elektronischen Bauelementen vor dem Einbau der Bauelemente in elektronische Baugruppen. Das System umfasst eine Lagerungsvorrichtung, die einen Satz identischer elektronischer Bauelemente enthält; eine Aufzeichnungseinrichtung für Umgebungsbedingungen, welche mit der Lagerungseinrichtung gekoppelt ist und dem Satz identischer elektronischer Bauelemente zugeordnet ist, wobei die Aufzeichnungseinrichtung für Umgebungsbedingungen dazu konfiguriert ist, Daten zu erfassen, die den Feuchtigkeitsgehalt der Umgebung über mehrere aufeinanderfolgende Zeitspannen angeben; und eine entfernte Einrichtung, die einen Prozessor sowie eine Speichereinheit umfasst, wobei der Prozessor dazu konfiguriert ist, die erfassten Daten von der Aufzeichnungseinrichtung für Umgebungsbedingungen zu empfangen und zu bewerten, ob die elektronischen Bauelemente dazu geeignet sind, Bedingungen ausgesetzt zu werden, welche mit einem Reflow-Prozess während eines nachfolgenden Einbaus verbunden sind, und zwar auf Basis der erfassten Daten.

[0007] Zur Verwendung bei der Ausführung der Erfindung wird außerdem ein Artikel offenbart, welcher ein computerlesbares Medium umfasst, das von einem Computer ausführbare Befehle speichert, um zu bewirken, dass ein Computersystem bewertet, ob ein Satz elektronischer Bauelemente für den Einbau geeignet ist, und zwar auf Basis der empfangenen zeitbasierten Daten, welche für den Umgebungsfeuchtigkeitsgehalt kennzeichnend sind, der dem Satz elektronischer Bauelemente zuzuordnen ist.

[0008] Bei einigen Realisierungen der Erfindung kann einer oder können mehrere der folgenden Vorteile gegeben sein:

[0009] Die Häufigkeit einer Beschädigung elektronischer Bauelemente auf Grund der Ausdehnung von eingeschlossener Feuchtigkeit während eines Reflow-Prozesses und anderer Herstellungsprozesse kann minimiert werden. Dies kann zu einer verbesserten Zuverlässigkeit sowohl der elektronischen Bauelemente als auch der elektronischen Baugruppen führen.

[0010] Eine Vermehrung der verfügbaren Stammdaten für Bauelemente kann es Nutzern ermöglichen, auf Basis besserer Informationen Entscheidungen im Hinblick darauf zu treffen, ob elektronische Bauelemente vor dem Reflow-Prozess auszutrocknen sind. Folglich kann die Häufigkeit eines unnötigen Ausbackens vermindert werden.

[0011] Es kann ein besseres Verständnis von Organisationstechniken für die Qualitätskontrolle entwickelt werden und durch die Verbesserungen der Wirtschaftlichkeit des Herstellungsprozesses können nachfolgend Einsparungen bei den Herstellungskosten realisiert werden.

[0012] Das Erfassen und Interpretieren von den elektronischen Bauelementen zuzuordnenden Umweltdaten vor dem Einbau in eine elektronische Baugruppe kann vereinfacht werden.

[0013] Andere Merkmale und Vorteile werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung deutlich werden, die anhand eines Beispiels gegeben wird, in welchem Bezug auf die begleitenden Zeichnungen genommen wird, wobei:

[0014] [Fig. 1](#) ein Ablaufdiagramm zum Bewerten eines Satzes elektronischer Bauelemente ist; die

[0015] [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) Blockdiagramme des Systems zum Bewerten eines Satzes elektronischer Bauelemente darstellen; die

[0016] [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3E](#) Techniken zum Koppeln eines Sensors für Umgebungsbedingungen mit einem Satz elektronischer Bauelemente darstellen;

[0017] [Fig. 4](#) ein Ablaufdiagramm zur Überwachung und Bewertung eines Satzes von elektronischen Bauelementen während der gesamten Montage ist;

[0018] [Fig. 5](#) Umgebungsdaten angibt, die in Abhängigkeit von der Zeit graphisch dargestellt sind; die

[0019] [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) Ablaufdiagramme zur Verarbeitung von Daten sind, um einen Satz elektronischer Bauelemente zu bewerten;

[0020] [Fig. 7](#) eine Tabelle nach dem Stand der Technik ist, welche Veranschlagungsdaten für die Gesamt-Floorlife enthält;

[0021] [Fig. 8](#) eine Tabelle nach dem Stand der Technik ist, die Daten enthält, welche Ausbackbedingungen angegeben;

[0022] [Fig. 9](#) ein veranschaulichendes Beispiel für Daten angibt, die als Funktion der Zeit graphisch dargestellt sind.

[0023] [Fig. 1](#) umreißt ein Verfahren zur Bewertung eines Satzes elektronischer Bauelemente vor dem Einbau irgendeines der elektronischen Bauelemente in eine Baugruppe. Ein solcher Satz von Bauelementen kann beispielsweise identische elektronische Bauelemente umfassen, die in einer Transportverpackung enthalten sind, an einer Rollenordnung angebracht sind oder in einem Lagerungskarton enthalten sind, und zwar für einen zukünftigen Einbau in eine elektronische Baugruppe.

[0024] Das Verfahren der Bewertung dieser Bauelemente umfasst das Erfassen **102** von Daten, welche einen potentiell variablen Umgebungszustand wie etwa den Feuchtigkeitsgehalt der Umgebung über einer Zeitspanne hin anzeigen. Der Feuchtigkeitsgehalt der Umgebung kann entweder direkt oder indirekt gemessen werden. Beispielsweise kann der Feuchtigkeitsgehalt der Umgebung direkt als absolute Feuchtigkeit gemessen werden, ausgedrückt als Masse an Wasserdampf in einem gegebenen Luftvolumen, was üblicherweise in Gramm pro Kubikzentimeter angegeben wird. Alternativ kann eine Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts der Umgebung basierend auf gemessenen Werten für die Temperatur und die relative Feuchtigkeit erfolgen. Andere Verfahren zur Messung oder Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts der Umgebung können ebenfalls genutzt werden.

[0025] Die Änderung von Umgebungsbedingungen, denen ein Satz elektronischer Bauelemente ausgesetzt ist, kann auf den Transport des Satzes von einem Ort zu einem anderen zurückzuführen sein, wobei jeder Ort andere Umweltbedingungen aufweist. Alternativ kann sich ein Umgebungszustand an einem einzigen Ort wie beispielsweise in einer Lage-

zungseinrichtung ändern. Obgleich solche Einrichtungen typischerweise Umweltregelungssysteme aufweisen, um kritische Umgebungsbedingungen zu regulieren, können diese Systeme begrenzte Regelungsfähigkeiten besitzen. Außerdem können diese Systeme fehleranfällig sein, demzufolge der Satz elektronischer Bauelemente während potentiell inakzeptabler Zeitspannen potentiell unerwünschten Umgebungsbedingungen ausgesetzt wird.

[0026] Das Verfahren der Bewertung des Satzes elektronischer Bauelemente beinhaltet außerdem das Speichern **104** der erfassten Daten. Diese Speicherung von Daten kann eine Angabe dazu liefern, wie sich ein bestimmter Umgebungszustand über eine Zeitspanne hin geändert hat. Das Entwickeln eines solchen Verständnisses kann die Bewertung dessen erleichtern, ob für den Satz elektronischer Bauelemente zu erwarten ist, dass er einen Leiterplatten-Montageprozess übersteht und daher als geeignet für den Einbau angesehen werden kann.

[0027] Das Verfahren beinhaltet außerdem die Bewertung **106** der Eignung für den Einbau der zugeordneten elektronischen Bauelemente in eine Baugruppe. Die Eignung für den Einbau kann durch die Exposition gegenüber Umgebungsfeuchtigkeit negativ beeinflusst werden. Die Bewertung **106** kann beispielsweise beinhalten, eine verbleibende Offenlagerungs-Haltbarkeit, fachlich als Floorlife bezeichnet, abzuschätzen, die dem Satz elektronischer Bauelemente zuzuordnen ist. Die verbleibende Floorlife kann als ein voraussichtlicher Zeitbetrag beschrieben werden, während welchem ein feuchtigkeitsempfindliches Bauelement einem gegebenen Satz von Umgebungsbedingungen ausgesetzt werden kann, ohne dass es beispielsweise während eines Reflow-Prozesses beschädigungsanfällig ist. Die verbleibende oder Rest-Floorlife kann im Zeitverlauf schrittweise additiv herabgesetzt werden.

[0028] Die Bewertung **106** kann auch beinhalten, einen Gesamt-Umweltexpositionsfaktor zu bestimmen. Ein solcher Gesamt-Umweltexpositionsfaktor kann eine Integralfunktion der Umgebungstemperatur und der relativen Feuchtigkeit über die Zeit sein. Ein solcher Faktor kann eine ungefähre Angabe der potentiellen Eignung eines Satzes elektronischer Bauelemente zur Verwendung in einem Leiterplatten-Montageprozess nach der Exposition gegenüber potentiell schädlichen Umgebungsbedingungen liefern.

[0029] Die Bewertung **106** könnte auch beinhalten, ein Zuverlässigkeitsmaß zu bestimmen, welches eine erwartete Zuverlässigkeit angibt, die dem Satz elektronischer Bauelemente zuzuordnen ist. Ein solches Zuverlässigkeitsmaß könnte durch eine proportionale Funktion berechnet werden, die einen berechneten Umweltexpositionsfaktor im Zähler und einen willkürlichen Bewertungswert, der eine ideale Zuver-

lässigkeit repräsentiert, im Nenner enthält. Dieses Zuverlässigkeitsmaß könnte beispielsweise als Bruch, als Dezimalzahl oder als Prozentsatz ausgedrückt werden.

[0030] Die Bewertung **106** könnte auch beinhalten, einen berechneten Wert, der eine erwartete Zuverlässigkeit quantifiziert, mit einem willkürlichen minimal akzeptablen Wert zu vergleichen, um eine Feststellung von der Art "geht/geht nicht" im Hinblick darauf, ob ein bestimmter Satz elektronischer Bauelemente für den Einbau in eine Baugruppe geeignet ist, zu ermitteln.

[0031] Nehmen wir nun Bezug auf das System **200** aus [Fig. 2A](#), so enthält die Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen ein Temperaturelement **204**, welches auf die Umgebungstemperatur anspricht, sowie ein Messelement **206** für die relative Feuchtigkeit (RH), welches auf die relative Feuchtigkeit der Umgebung anspricht. Die Messelemente **204**, **206** sprechen in Echtzeit an. Die Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen enthält außerdem einen integrierten Prozessor **208**, eine Speichereinheit **210** sowie ein Zeitgabeelement **212**, welches Teil des Prozessors **208** sein kann. Der Prozessor **208** ist derart konfiguriert, dass er periodisch abgefühlte Daten von den Messelementen **204**, **206** empfängt und diese Daten in der Speichereinheit **210** speichert.

[0032] Die Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen kann mit einer entfernten Einrichtung **214** über einen Kommunikationskanal **216** gekoppelt sein. Die entfernte Einrichtung **214** könnte beispielsweise ein Computer, ein PDA (persönlicher digitaler Assistent) oder ein Funkrufgerät sein, das/der einen Prozessor **218** und eine Speichereinheit **220** enthält. Der Kommunikationskanal **216** könnte beispielsweise ein drahtloser Kommunikationskanal sein.

[0033] Die entfernte Einrichtung **214** ist außerdem über den Kommunikationskanal **224** mit einer Speichereinrichtung **222** gekoppelt. Die Speichereinrichtung **222** kann beispielsweise ein Plattenlaufwerk sein und kann Befehle **226** für die entfernte Einrichtung **214** lesen, die auf einem computerlesbaren Medium wie etwa der Speicherplatte **228** gespeichert sind. Alternativ könnte die Speichereinrichtung eine Flash-Speichereinheit sein.

[0034] Die Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen kann mit einem Satz elektronischer Bauelemente gekoppelt sein, der für den letztendlichen Einbau in eine elektronische Baugruppe vorgesehen ist. Die Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen kann Daten erfassen, welche einen Umgebungszustand anzeigen, dem der zugeordnete Satz ausgesetzt ist. Der Prozessor **208**

kann eine lokale Verarbeitung der Daten ausführen. Alternativ kann die Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen die erfassten Daten an die entfernte Einrichtung **214** zur Verarbeitung übertragen.

[0035] Wie in [Fig. 2B](#) gezeigt ist, könnte die Funktionalität des Prozessor **218** und der Speichereinheit **220** der entfernten Einrichtung in den lokalen Prozessor **208A** und die Speichereinheit **210A** der Aufzeichnungseinrichtung **202A** für Umgebungsbedingungen integriert werden. Die Aufzeichnungseinrichtung **202A** für Umgebungsbedingungen enthält außerdem eine Anzeige **230**, beispielsweise eine Leuchtdiode (LED), um Daten von der Art "positiv/negativ", "geht/geht nicht" einem Nutzer, der die LED prüft, mitzuteilen.

[0036] Nehmen wir Bezug auf [Fig. 3A](#), so könnten Hersteller elektronischer Bauelemente eine Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen an einer Rolle **304** für elektronische Bauelemente im Inneren eines versiegelten Transportbehältnisses **302** anbringen. Die Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen könnte beispielsweise unter Verwendung eines haftenden Materials oder durch Einfügen der Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen in einen Aufbewahrungsbeutel, der an der Rolle **304** befestigt wird, angebracht werden. Das versiegelte Behältnis **302** kann verwendet werden, um entweder eine Rolle **304** oder mehrere Rollen mit elektronischen Bauelementen zu befördern und zu lagern.

[0037] Alternativ könnte ein Hersteller eine Rolle **304** mit elektronischen Bauelementen in einer luftdichten Verpackung **302** ohne eine Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen befördern. In diesem Fall könnte der Hersteller elektronischer Baugruppen eine Aufzeichnungseinrichtung für Umgebungsbedingungen an der Rolle **304** mit elektronischen Bauelementen anbringen und rücksetzen, wenn die versiegelte Verpackung **302** geöffnet wird.

[0038] Bei bestimmten Ausführungsformen stellt die Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen einen maschinenlesbaren Computerchip in einem Gehäuse **306** aus rostfreiem Stahl dar, das an einem flanschartigen Element **308** angebracht ist, welches eine Öffnung **310** aufweist. Jede Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen weist eine eindeutige Kennnummer auf, die von einer externen Maschine gelesen werden kann. Diese eindeutige Kennnummer kann als eindeutige Kennung für den zugehörigen Satz elektronischer Bauelemente genutzt werden. Die Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen kann auch rücksetzbar sein.

[0039] Nehmen wir nun Bezug auf [Fig. 3B](#), so kann

die Rolle **304** mit elektronischen Bauelementen aus dem versiegelten Behältnis **302** entnommen werden und auf einem Rollen-Zubringer **312** für elektronische Bauelemente montiert werden.

[0040] [Fig. 3C](#) stellt einen transportablen Zubringerblock **315** mit zwei Zubringern **312**, die in zwei Schlitzen desselben montiert sind, dar. Wenn die Zubringer **312** in ihren ausgewählten Schlitzen montiert werden, kann deren zugeordnete Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen zeitweilig von der jeweiligen Rolle **304** entfernt werden und in einem entsprechenden Leser **316** platziert werden, der dauerhaft auf dem Block **315** neben jedem Zubringerschlitze montiert ist. Wenn der Bediener die Zubringer **312** in dem Block **315** installiert, um den Block **315** für einen bestimmten Arbeitsauftrag zu konfigurieren, setzt er die Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen in geeignete Leser **316** an dem Block **315** ein. Die Konfiguration des Zubringerblocks **315** kann abgeschlossen werden, bevor der Block zu einem Bestückungsautomaten zum Andocken gebracht wird. Wenn der Block angedockt wird, kann der Strang mit Lesern **316** zur Kommunikation mit anderen Bauelementeblocken und eine Systemsteuerung über Endverbinder **318** angeschlossen werden. Solche Kommunikationsvorgänge können auch über andere Medien, beispielsweise ein Computernetz, erfolgen.

[0041] Jeder Leser **316** bestimmt eine Aufnahmeöffnung **320** zur Aufnahme der Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen. Jeder Leser **316** weist außerdem sowohl einen seriellen Buchsen- als auch Steckverbinder auf, einen davon an jedem Ende, sodass die Leser **316** mechanisch in einem seriellen Strang verbunden werden können, der nur einen seriellen Verbinderstecker und eine serielle Verbinderbuchse **318** zur Kommunikation mit anderen Lesersträngen und einem Hauptrechner aufweist. Jeder Leser **316** enthält einen Mikroprozessor (nicht gezeigt) zum Lesen des Chips, der in der Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen eingebettet ist. Ein Leser **316** kann typischerweise an beliebiger Stelle an einem Zubringer **312** oder an einem Block **315** positioniert werden.

[0042] Nach dem Einbau elektronischer Bauelemente von der Rolle **304** in elektronische Baugruppen kann, wenn sich immer noch elektronische Bauelemente auf der Rolle **304** befinden, die Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen wieder an der Rolle **304** angebracht werden, welche dann zurück ins Lager gebracht werden kann. Alternativ kann, wenn alle elektronischen Bauelemente der Rolle **304** verbraucht worden sind, die Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen rückgesetzt werden und danach an einem anderen Satz elektronischer Bauelemente angebracht werden. Das Rücksetzen einer Aufzeichnungseinrichtung

tung **202** für Umgebungsbedingungen kann das Löschen des Speichers derselben beinhalten.

[0043] [Fig. 3D](#) stellt einen Lagerungskasten **322** dar, an dem eine Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen befestigt ist. Der Lagerungskasten **322** enthält einen Satz **324** diskreter elektronischer Bauelemente und kann in einer Fabrik oder einem Lagerhaus verwendet werden, um diskrete Bauelemente, versiegelte Behältnisse **302**, die elektronische Bauelemente enthalten, oder Rollen **304** mit elektronischen Bauelementen zu lagern. Die Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen kann dauerhaft an dem Lagerungskasten **322** angebracht werden oder kann unter Verwendung beispielsweise eines Haftmittels entfernbar angebracht werden.

[0044] [Fig. 3E](#) zeigt eine Palette **326** mit identischen elektronischen Bauelementen. Eine Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen ist mit der Palette verbunden. Diese Verbindung kann unter Verwendung beispielsweise eines Haftmittels oder einer Klammerverbindung erreicht werden.

[0045] Nehmen wir nun Bezug auf [Fig. 4](#), so wird ein Verfahren zur Überwachung einer Umgebungsbedingung, die einem Behälter zuzuordnen ist, der einen Satz elektronischer Bauelemente enthält, beschrieben, wobei das Verfahren das Anbringen **450** einer Aufzeichnungseinrichtung für Umgebungsbedingungen an dem Behälter beinhaltet. Die Aufzeichnungseinrichtung für Umgebungsbedingungen kann ein Messelement enthalten, das auf den atmosphärischen Feuchtigkeitsgehalt anspricht, eine Speichereinrichtung sowie einen Prozessor, der elektrisch mit dem Messelement und der Speichereinrichtung gekoppelt ist. Der Prozessor kann derart konfiguriert sein, dass er periodisch Informationen von dem Messelement empfängt, welche den atmosphärischen Feuchtigkeitsgehalt anzeigen, und auf Basis der empfangenen Informationen Daten in der Speichereinrichtung speichert. Der Behälter und die angebrachte Aufzeichnungseinrichtung für Umgebungsbedingungen können aus einem Lagerungsbereich zu einer Montagestation transportiert werden **452**, wo zumindest einige der elektronischen Bauelemente in elektronische Baugruppen eingebaut werden können. An der Montagestation wird auf die in der Speichereinrichtung gespeicherten Daten durch einen Speicherleser an der Montagestation zugegriffen **454**. Der Speicherleser an der Montagestation kann bewerten, ob elektronische Bauelemente des Satzes von elektronischen Bauelementen zum Einbau in die elektronischen Baugruppen geeignet sind, und zwar auf Basis der Daten, auf die der Speicherleser zugreift. Ein Teil des Satzes elektronischer Bauelemente kann aus dem Behälter entfernt werden **456**, und zwar zum Einbau in elektronische Baugruppen an der Montagestation. Danach wird der Behälter mit einem

verbleibenden Teil des Satzes elektronischer Bauelemente und der angebrachten Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen von der Montagestation in den Lagerungsbereich transportiert **458**.

[0046] [Fig. 5](#) stellt eine graphische Darstellung von Messungen der Umweltbedingungen dar, die von einer Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen im Zeitverlauf aufgezeichnet wurden. Der Prozessor **218** kann beispielsweise Rohdaten, die von den Messelementen **204**, **206** empfangen werden, in ein solches Format bringen. Die vertikale Achse **406** (Ordinate) des oberen Graphen **402** gibt die relative Feuchtigkeit der Umgebung an, und die horizontale Achse **408** (Abszisse) stellt die Zeit dar. Der obere Graph **402** liefert eine Angabe dazu, wie sich die relative Feuchtigkeit der Umgebung, welcher ein Satz zugeordneter elektronischer Bauelemente ausgesetzt war, im Zeitverlauf geändert hat. Die Punkte **404** auf der Kurve geben tatsächliche Messwerte der relativen Feuchtigkeit an. Um die Genauigkeit der graphischen Darstellung zu maximieren, sodass sie genauest möglich die tatsächlichen Umweltbedingungen darstellt, kann es wünschenswert sein, die Zeit zwischen den Abtastpunkten **404** zu reduzieren. Tut man dies, könnte jedoch der verfügbare Speicher in der Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen zu schnell ausgeschöpft sein.

[0047] Die vertikale Achse **410** (Ordinate) des unteren Graphen **412** gibt die Umgebungstemperatur an, und die horizontale Achse **414** (Abszisse) stellt die Zeit dar. Der untere Graph **412** liefert eine Angabe dazu, wie sich die Umgebungstemperatur, welcher ein Satz zugehöriger elektronischer Bauelemente ausgesetzt war, im Zeitverlauf geändert hat. Die Zeitachse **414** des unteren Graphen ist die gleiche wie die Zeitachse des oberen Graphen **408**. Somit ist es möglich, sowohl die relative Feuchtigkeit der Umgebung als auch die Umgebungstemperatur an einem beliebigen Punkt entlang der dargestellten Zeitachsen abzuschätzen. Diese Informationen können genutzt werden, um an jedem Punkt entlang der dargestellten Achsen den Feuchtigkeitsgehalt der Umgebung zu bestimmen, welchem der zugehörige Satz elektronischer Bauelemente ausgesetzt war. Die in den Graphen dargestellten Informationen können von einer Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen an eine entfernte Einrichtung **214** ausgegeben werden oder können in einer Speichereinheit **210** der Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen für eine lokale Verarbeitung gespeichert werden.

[0048] Nehmen wir Bezug auf das Ablaufdiagramm aus [Fig. 6A](#), so empfängt **502** ein Prozessor Daten, beispielsweise graphische Daten, welche aufgezeichnete Werte für die relative Feuchtigkeit und auf-

gezeichnete Temperaturwerte repräsentieren, die einem Satz elektronischer Bauelemente im Zeitverlauf zuzuordnen sind. Die empfangenen Daten liefern eine Angabe zu der Schwankung des Feuchtigkeitsgehalts der Umgebung im Zeitverlauf. Wie zuvor umrissen, kann der Prozessor Teil einer entfernten Einrichtung sein oder kann in eine Aufzeichnungseinrichtung für Umgebungsbedingungen integriert sein. Wenn der Prozessor abgesetzt angeordnet ist, können die Daten über einen Kommunikationskanal wie etwa eine RS232-Verbindung oder eine drahtlose Verbindung empfangen werden. Wenn der Prozessor in die Aufzeichnungseinrichtung **202A** für Umgebungsbedingungen integriert ist, können die Daten direkt aus der Speichereinheit **210A** ausgelesen werden.

[0049] Der Prozessor kann eine Bezugszeit zum Start der Berechnung einer verbleibenden Floorlife des zugeordneten Satzes identifizieren **504**. Diese Bezugszeit kann beispielsweise einem Zeitpunkt zugeordnet werden, für den die verbleibende Floorlife als unvermindert angenommen wird, und kann als Grundlage zur Berechnung nachfolgender Verminderungen der verbleibenden Floorlife genutzt werden. Diese Bezugszeit kann identifiziert werden, indem ein Algorithmus auf die empfangenen graphischen Daten angewandt wird, um einen Zeitpunkt festzustellen, zu dem der Satz elektronischer Bauelemente Trocknungsbedingungen ausgesetzt war, das heißt einer Temperatur und/oder relativen Feuchtigkeit oberhalb eines vorgegebenen Wertes während einer vorgegebenen Zeitspanne, um wirksam die verbleibende Floorlife auf 100% zurückzusetzen. Alternativ kann die Bezugszeit jene Zeit sein, die dem ersten oder letzten gemessenen Datenwert zuzuordnen ist. Für veranschaulichende Zwecke kann angenommen werden, dass die Bezugszeitspanne dem ersten gemessenen Satz von Datenwerten entspricht.

[0050] Der Prozessor initialisiert **506** einen Zähler, welcher eine verbleibende Gesamt-Floorlife darstellt, beispielsweise durch Setzen des Wertes in dem Zähler auf 100%. Bei einer Ausführungsform stellt dieser Wert in dem Zähler einen Prozentsatz dar, welcher eine verbleibende Floorlife repräsentiert. Der Zähler kann für jede Reduktion der Floorlife, welche der zugeordnete Satz elektronischer Bauelemente erfährt, herabgesetzt werden. In einer speziellen Ausführungsform gibt jeder Satz von Messwerten der Temperatur und relativen Feuchtigkeit, der von der Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen aufgezeichnet wurde, einen Betrag für die Feuchtigkeit an, die in der Umgebung vorhanden ist. Wenn der Feuchtigkeitsbetrag einen bestimmten Wert übersteigt, wird die insgesamt verbleibende Floorlife reduziert. Wenn der Betrag für die Feuchtigkeit unterhalb eines bestimmten Wertes liegt, wird die insgesamt verbleibende Floorlife erhöht. Wenn der Wert in dem Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife 0% erreicht, wird angenommen, dass die

dem Satz elektronischer Bauelemente zuzuordnende verbleibende Floorlife 0% beträgt. Wenn der Wert in dem Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife 100% beträgt, wird angenommen, dass die dem Satz elektronischer Bauelemente zuzuordnende verbleibende Floorlife 100% beträgt.

[0051] Der Prozessor betrachtet **508** einen Satz von Datenpunkten, beispielsweise Datenpunkte, welche die erste aufgezeichnete Zeitspanne repräsentieren, und bestimmt **510**, ob die Daten einen Ausbackzustand anzeigen. Für Umweltparameter, die einen Ausbackzustand kennzeichnen, können Norminformationen der Industrie als Basis genommen werden. Ein Ausbackzustand kann beispielsweise durch eine spezielle Kombination von Werten für die Temperatur und die relative Feuchtigkeit angezeigt werden, die zu einem Trocknungseffekt führen können, welcher für die zugehörigen elektronischen Bauelemente zutrifft.

[0052] Wenn der Prozessor feststellt **510**, dass durch die Daten kein Trocknungs- oder Ausbackereignis repräsentiert wird, berechnet **522** der Prozessor eine Verminderung der Floorlife. Als Basis für eine solche Berechnung können verfügbare Normen oder andere Richtlinien der Industrie herangezogen werden. Der Prozessor setzt dann auf Grundlage der Berechnung den Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife um einen geeigneten Betrag herab **524**. Der Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife sollte derart konfiguriert sein, dass er nur Werte zwischen 0% und 100% speichert. Jegliche Versuche, den in dem Zähler gespeicherten Wert über diesen Bereich hinaus herauf- oder herabzusetzen, sollten ignoriert werden.

[0053] Wenn der Prozessor feststellt **510**, dass ein Trocknungs- oder Ausbackereignis aufgetreten ist, bestimmt **512** der Prozessor dann, ob der Ausbackzyklus vollständig ist. Ein Ausbackzyklus kann als vollständig angesehen werden, wenn beispielsweise der Wert in dem Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife gleich 100% ist. Zusätzlich liefern standardmäßige Praktiken der Industrie Richtlinien, welche detailliert Kriterien für die Beendigung eines Ausbackzyklus angeben. Wenn der Ausbackzyklus vollständig ist, setzt **514** der Prozessor den Wert in dem Zähler für die verbleibende Floorlife auf 100%.

[0054] Wenn der Prozessor feststellt **512**, dass der Ausbackzyklus nicht vollständig ist, berechnet **516** der Prozessor eine Erhöhung der Floorlife basierend auf den Daten, welche der betrachteten Zeitspanne zuzuordnen sind. Eine solche Berechnung kann unter Verwendung industrieller Standardrichtlinien erfolgen. Der Prozessor setzt dann den Wert in dem Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife um einen Betrag herauf **518**, welcher gleich der berechneten Erhöhung der Floorlife ist. Der maximal gestattete

Wert, der in dem Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife gespeichert werden kann, ist 100%. Ein etwaiger Versuch, den Wert über diesen Betrag hinaus heraufzusetzen, sollte ignoriert werden.

[0055] Als nächstes stellt der Prozessor fest **520**, ob alle aufgezeichneten Daten berücksichtigt worden sind. Wenn der Prozessor feststellt **520**, dass nicht alle aufgezeichneten Daten berücksichtigt worden sind, wiederholt der Prozessor die vorstehend angeführten Schritte für Daten, die der nächsten aufgezeichneten Zeitspanne zuzuordnen sind. Wenn der Prozessor feststellt **520**, dass alle Daten berücksichtigt worden sind, bestimmt **526** der Prozessor, ob der Wert in dem Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife gleich 0% ist. Wenn der Wert gleich 0% ist, zieht der Prozessor den Schluss **528**, dass der zugehörige Satz elektronischer Bauelemente für den Einbau in eine Baugruppe nicht akzeptabel ist. Wenn der Wert in dem Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife größer als 0% ist, schlussfolgert **530** der Prozessor, dass der zugehörige Satz elektronischer Bauelemente zum Einbau in eine elektronische Baugruppe geeignet ist.

[0056] [Fig. 6B](#) umreißt eine Verbesserung des zuvor beschriebenen Verfahrens, welche in bestimmten Fällen eine schnellere Feststellung der Eignung eines Satzes elektronischer Bauelemente für den Einbau auf Grundlage eines Datensatzes, der den Feuchtigkeitsgehalt der Umgebung im Zeitverlauf anzeigt, liefern könnte.

[0057] Als erstes empfängt **532** der Prozessor Daten, welche den Feuchtigkeitsgehalt der Umgebung im Zeitverlauf anzeigen. Der Prozessor initialisiert **534** den Wert in dem Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife, beispielsweise durch Setzen des Wertes auf 100%. Der Prozessor berücksichtigt **536** dann den Datensatz der letzten aufgezeichneten Zeitspanne und bestimmt **538**, ob die Daten einen Ausbackzustand anzeigen oder nicht. Wenn der Prozessor feststellt **538**, dass die Daten einen Ausbackzustand anzeigen, betrachtet **540** der Prozessor danach, ob der Satz elektronischer Bauelemente einem vollständigen Ausbackzyklus ausgesetzt war, der zu einer vollständigen Rücksetzung der Floorlife führt. Wenn der Satz elektronischer Bauelemente einem vollständigen Ausbackzyklus ausgesetzt war, zieht der Prozessor den Schluss **541**, dass ein Betrag für die Haltbarkeit übrig ist, der gleich dem Haltbarkeitsbetrag ist, welcher durch den Wert in dem Zähler für die verbleibende Floorlife vor dem Berücksichtigen des Ausbackzustands angezeigt wird.

[0058] Wenn der Prozessor feststellt **540**, dass der Ausbackzyklus nicht vollständig ist, berücksichtigt **542** der Prozessor Daten, die der vorhergehenden Zeitspanne zuzuordnen sind. Dieser Zyklus kann fortgesetzt werden, bis der Prozessor feststellt **540**,

dass der Ausbackzyklus vollständig ist, oder bis ein unvollständiger Ausbackzyklus geendet hat.

[0059] Wenn der Prozessor feststellt **538**, dass durch den berücksichtigten Datensatz kein Ausbackzustand angezeigt wird, stellt der Prozessor fest **544**, ob der zuvor berücksichtigte Datensatz einen Ausbackzustand angezeigt hat. Wenn der vorhergehend berücksichtigte Datensatz einen Ausbackzustand angezeigt hat, waren die elektronischen Bauelemente möglicherweise einem in gewisser Weise eingeschränkten, aber nicht vollständigen Ausbackzyklus ausgesetzt. Der Prozessor identifiziert **504** dann eine Bezugszeitspanne (d. h. die erste Zeitspanne) und fährt wie zuvor mit Bezug auf [Fig. 6A](#) beschrieben fort.

[0060] Nehmen wir erneut auf [Fig. 6B](#) Bezug, so berechnet **546** der Prozessor, wenn er feststellt **544**, dass der vorhergehende Datensatz kein Ausbacken anzeigt, eine Verminderung der Floorlife, welche dem betrachteten Datensatz zuzuordnen ist, und setzt den Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife entsprechend herab **548**. Der Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife sollte derart konfiguriert sein, dass er einen beliebigen Wert zwischen 0% und 100% speichert. Versuche, den in dem Zähler gespeicherten Wert auf unter 0% herabzusetzen, sollten ignoriert werden.

[0061] Der Prozessor berücksichtigt dann **550**, ob der Wert in dem Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife gleich 0% ist. Wenn der Wert 0% beträgt, kann der Prozessor schlussfolgern **552**, dass der zugehörige Satz elektronischer Bauelemente für einen Einbau in elektronische Baugruppen nicht geeignet ist. Wenn der Wert in dem Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife größer als 0% ist, stellt der Prozessor fest **554**, ob alle im Zeitverlauf aufgezeichnete Zeitspannen berücksichtigt worden sind. Wenn alle Zeitspannen berücksichtigt worden sind, kann der Prozessor eine voraussichtlich verbleibende Floorlife auf Basis des in dem Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife gespeicherten Wertes schlussfolgern **556**. Wenn nicht alle Zeitspannen berücksichtigt worden sind, kann der Prozessor Daten berücksichtigen **542**, die einer anderen Zeitspanne, nämlich einer Zeitspanne früher, zuzuordnen sind.

[0062] Nach der Schlussfolgerung einer voraussichtlichen Floorlife oder einer Eignung der zugeordneten elektronischen Bauelemente für einen Einbau kann der Prozessor Daten ausgeben, welche diese Schlussfolgerung anzeigen. Die von dem Prozessor ausgegebenen Daten können in einer Speichereinrichtung gespeichert werden, auf einem Bildschirm angezeigt werden, genutzt werden, um eine Leuchtdiode aufleuchten zu lassen, oder können an eine automatische Steuerung übertragen werden, die dazu konfiguriert ist, spezielle Aktionen auszuführen. Eine

automatische Steuerung könnte beispielsweise in Ansprechen auf Daten, die eine dem Satz elektronischer Bauelemente zuzuordnende geringe verbleibende Floorlife anzeigen, einen Reflow-Vorgang stoppen.

[0063] **Fig. 7** zeigt eine aus Joint Industry Standard IPC/JEDEC J-Std-033 vom April 1999 entnommene Tabelle **602**, welche Informationen enthält, die in Abhängigkeit von der speziellen Systemarchitektur entweder in einer lokalen Speichereinheit wie etwa **210A** oder in einer abgesetzten Speichereinheit wie etwa **220** gespeichert sein könnten. Ein Prozessor könnte die in der Tabelle **602** enthaltenen Informationen nutzen, um Reduktionen der verbleibenden Floorlife zu veranschlagen.

[0064] Die Tabelle **602** gibt äquivalent abgestufte Floorlife-Werte (gemessen in Tagen) an, die auf verschiedenartige elektronische Bauelemente anwendbar sind, welche Umgebungswerten **604** für die relative Feuchtigkeit im Bereich von 20% bis 90% relativer Feuchtigkeit und Temperaturen **606** von 20°C, 25°C und 30°C ausgesetzt sind. Die Tabelle **602** ist speziell auf SMDs anwendbar, die mit Novolac-, Biphenyl- oder multifunktionalen Epoxydharz-Gussverbindungen gegossen sind, ähnliche Informationen sind jedoch auch zur Verwendung mit anderen Technologien und Materialien verfügbar. Die Tabelle **602** gibt außerdem an, dass die Körperdicke **608** und der Feuchtigkeitsempfindlichkeitsgrad (FE-Grad) **610** elektronischer Bauelemente deren zugehörige äquivalente Gesamt-Floorlife beeinflussen kann. Diese Variablen hängen von speziellen Charakteristiken jedes Satzes elektronischer Bauelemente ab. Diese Informationen, welche die Körperdicke **608** und den Feuchtigkeitsempfindlichkeitsgrad **610** angeben, können in eine zugeordnete Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen zum automatischen Lesen einprogrammiert werden.

[0065] **Fig. 8** gibt eine zweite aus Joint Industry Standard IPC/JEDEC J-Std-033 vom April 1999 entnommene Tabelle **802** an, welche Informationen enthält, die auch in einer Speichereinheit wie etwa **210A** gespeichert werden können. Der Prozessor könnte die in der Tabelle **802** enthaltenen Informationen auch nutzen, um Ausbackereignisse festzustellen, denen ein Satz elektronischer Bauelemente ausgesetzt war.

[0066] Die Informationen geben detailliert die Trocknungsbedingungen für Bauelemente an. Wenn der Prozessor eine Zeitspanne in den aufgezeichneten Daten feststellt, welche den in der Tabelle **802** beschriebenen Bedingungen genügt, kann angenommen werden, dass eine Verminderung der Floorlife nach dieser Periode begonnen hat.

[0067] Die in der Tabelle **802** enthaltenen Daten

können verwendet werden, um eine Veranschlagung für eine Erhöhung der voraussichtlichen Floorlife, die dem Satz elektronischer Bauelemente zuzuordnen ist, abzuleiten.

[0068] **Fig. 9** gibt eine spezielle graphische Darstellung von Messungen von Umgebungsbedingungen an, die über eine Zeitspanne von vier Tagen für einen zugeordneten Satz elektronischer Bauelemente aufgenommen wurden. Die graphische Darstellung kann genutzt werden, um die vorstehend diskutierten Konzepte zu veranschaulichen. Der obere Graph **702** gibt Messungen der relativen Feuchtigkeit im Zeitverlauf an, und der untere Graph **704** gibt Temperaturmessungen, die im Zeitverlauf aufgenommen wurden, an. Die Zeiteinheiten sind auf der horizontalen Achse als Tage angegeben. Ähnliche Daten wie diese können von einer Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen ausgegeben werden, zur weiteren Verarbeitung durch eine abgesetzte Einrichtung, oder können durch einen integralen Prozessor in der Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen weiterverarbeitet werden.

[0069] Der Prozessor empfängt zunächst die graphischen Daten sowie Daten, welche die Körperdicke und den Feuchtigkeitsempfindlichkeitsgrad der elektronischen Bauelemente des betreffenden Satzes angeben. Alle diese Daten können aus einer Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen ausgelesen werden. Beispielshalber kann angenommen werden, dass die Daten eine Körperdicke von 2,5 Millimetern und eine Feuchtigkeitsempfindlichkeit **610** von Grad 4 angeben. Der Prozessor initialisiert dann einen zugeordneten Zähler für die verbleibende Floorlife durch Setzen des Wertes in dem Zähler auf 100%.

[0070] Der Prozessor berücksichtigt den Datensatz, welcher der letzten aufgezeichneten Zeitspanne entspricht. Der Prozessor stellt fest, dass der Umgebungszustand (d. h. eine Temperatur von 30°C und eine relative Feuchtigkeit von 20%) keinen Ausbackzustand darstellt. Der Prozessor berücksichtigt außerdem, ob möglicherweise ein teilweises Ausbackereignis aufgetreten ist. Der Prozessor tut dies, indem er betrachtet, ob ein Ausbackzustand durch einen Datensatz in einer späteren Zeitspanne als der berücksichtigten Zeitspanne angezeigt wird.

[0071] Als nächstes berechnet der Prozessor eine Reduktion der Floorlife während der den Punkten des letzten Datensatzes zuzuordnenden Zeitspanne, welches die Zeitspanne von Tag 3 zu Tag 4 ist. Während dieser Periode geben die Daten eine Temperatur von 30°C und eine relativen Feuchtigkeit von 20% an. Der Prozessor kann auf Informationen Bezug nehmen, die basierend auf Tabelle **602** in der Speichereinheit gespeichert sind, und kann bestimmen, dass die äquivalente Gesamt-Floorlife bei einem sol-

chen Umgebungszustand 5 Tage beträgt. Da die Länge der zugeordneten Zeitspanne 1 Tag beträgt, kann der Prozessor bestimmen, dass der Floorlife-Reduktionsfaktor, welcher der letzten Zeitspanne zuzuordnen ist, gleich 1 Tag/5 Tage oder 20% beträgt. Der Prozessor setzt den Wert, der in dem Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife gespeichert ist, um 20% herab. Der gespeicherte Wert beträgt dann 80%.

[0072] Da der Wert in dem Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife ungleich 0% ist und nicht alle aufgezeichneten Zeitspannen berücksichtigt worden sind, betrachtet der Prozessor Datenpunkte, die der vorhergehenden Zeitspanne entsprechen. Der vorhergehende Datensatz repräsentiert ebenfalls keinen Ausbackzustand. Der Prozessor berechnet den Floorlife-Reduktionsfaktor, welcher den Daten von Tag 2 zu Tag 3 zuzuordnen ist. Während dieser Periode geben die Daten eine Temperatur von 30°C und eine relative Feuchtigkeit von 30% an. Bezug nehmend auf die gespeicherten Daten, welche den Daten aus der Tabelle **602** entsprechen, beträgt die äquivalente Gesamt-Floorlife für die elektronischen Bauelemente bei dieser Umgebungsbedingung 4 Tage. Die Zeitspanne, welche dieser Periode zuzuordnen ist, beträgt 1 Tag. Daher kann die dieser Zeitspanne zuzuordnende Floorlife-Reduktion als 1 Tag/4 Tage oder 25% angenommen werden. Der Prozessor setzt dann den Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife um 25% herab, sodass der Wert dann 55% beträgt.

[0073] Da der in dem Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife gespeicherte Wert nicht geringer als 0% ist, noch immer nicht alle relevanten Zeitspannen berücksichtigt worden sind und die Datenpunkte der vorhergehenden Zeitspanne kein Ausbackereignis repräsentieren, veranschlagt der Prozessor den Floorlife-Reduktionsfaktor während der vorhergehenden Periode von Tag 1 zu Tag 2. Während dieser Zeit geben die Daten eine Temperatur von 25°C und eine relative Feuchtigkeit von 50% an. Wiederum auf die Daten aus Tabelle **602** Bezug nehmend, beträgt die äquivalente Gesamt-Floorlife für die elektronischen Bauelemente unter dieser Umgebungsbedingung 4 Tage. Dementsprechend bestimmt der Prozessor, dass 25% der Floorlife über die Zeitspanne von einem Tag unter diesen Bedingungen abgelaufen ist. Der Prozessor setzt dann den Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife ein weiteres Mal um 25% auf 30% zurück.

[0074] Wiederum ist die insgesamt verbleibende Floorlife immer noch nicht gleich 0%, es sind immer noch nicht alle relevanten Zeitspannen berücksichtigt worden und die Datenpunkte, welche der vorhergehenden Periode zuzuordnen sind, zeigen nicht das Auftreten eines Ausbackereignisses an. Der Prozessor berechnet eine Reduktion der Floorlife von Tag 0

zu Tag 1. Während dieser Zeitspanne geben die Daten eine Temperatur von 30°C und eine relativen Feuchtigkeit von 20% an. Wiederum auf die Daten aus Tabelle **602** Bezug nehmend, beträgt die äquivalente Gesamt-Floorlife für die elektronischen Bauelemente unter dieser Umgebungsbedingung 5 Tage. Dementsprechend bestimmt der Prozessor, dass während der Zeitspanne von einem Tag unter diesen Bedingungen 20% der Floorlife abgelaufen ist. Der Prozessor setzt dann den in dem Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife gespeicherten Wert um weitere 20% auf 10% zurück.

[0075] Der in dem Zähler für die insgesamt verbleibende Floorlife gespeicherte Wert ist immer noch nicht gleich 0%, es wurden jedoch alle relevanten Zeitspannen berücksichtigt. Daher schlussfolgert der Prozessor, dass für den zugehörigen Satzelektronischer Bauelemente eine Floorlife von 10% verbleibt. Der Prozessor kann den Wert von 10% mit einem minimal akzeptablen Wert vergleichen oder dieser kann weiterverarbeitet werden, um den Prozentsatz der verbleibenden Floorlife in einen in Tagen oder Stunden ausgedrückten Wert für die verbleibende Floorlife unter speziellen Umweltbedingungen umzuwandeln. Wenn beispielsweise für die zuvor diskutierten elektronischen Bauelemente erwartet wird, dass sie in einer Umgebung mit 20% relativer Feuchtigkeit und 30°C 6 Stunden (0,25 Tage) lang gelagert werden, kann, wiederum auf Tabelle **602** Bezug nehmend, die zusätzliche Gesamtverminderung der Floorlife auf 0,25 Tage/5 Tage gleich 5% veranschlagt werden. Dies kann als akzeptabel betrachtet werden oder auch nicht.

[0076] Verschiedene Merkmale der beschriebenen Verfahren können modifiziert werden. Beispielsweise können die Sensoren für Umweltbedingungen derart konfiguriert sein, dass sie mit einer Reflow-Maschine kommunizieren, um basierend auf einer Bewertung der aufgezeichneten Daten die Ausführung eines Reflow-Prozesses entweder zu gestatten oder zu unterbinden. Andere Normen und Richtlinien zur Veranschlagung der verbleibenden Floorlife können implementiert werden. Andere Daten wie etwa Teilenummern und Seriennummern, welche sich auf einen zugehörigen Satz elektronischer Bauelemente beziehen, können in der Speichereinheit **210** der Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen gespeichert werden. Der Prozessor **208** könnte in der Lage sein, die erfassten Daten in andere Formate, beispielsweise ein Histogramm, zu formatieren. Der Prozessor **208** könnte derart konfiguriert sein, dass er zwischen den Abtastzeiten in einen Bereitschaftsmodus fällt, dadurch kann die Standzeit der Batterie, welche Energie für die Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen liefert, verlängert werden. Die Speichereinheit **210** der Aufzeichnungseinrichtung **202** für Umgebungsbedingungen kann löschar und wiederverwendbar sein.

[0077] Verschiedene Merkmale des Systems können als Hardware, Software oder eine Kombination aus Hardware und Software realisiert werden. Beispielsweise können einige Merkmale des Systems in Computerprogrammen realisiert werden, die auf programmierbaren Computern ausgeführt werden. Jedes Programm kann in einer höheren prozedur- oder objekt-orientierten Programmiersprache implementiert werden, um mit einem Computersystem zu kommunizieren. Darüber hinaus kann jedes dieser Computerprogramme in einem Speichermedium wie etwa einem Nur-Lese-Speicher (ROM) gespeichert werden, das von einem programmierbaren Universal- oder Spezialrechner oder -prozessor gelesen werden kann, um den Computer zu konfigurieren und zu betreiben, wenn das Speichermedium von dem Computer gelesen wird, um die vorstehend beschriebenen Funktionen auszuführen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bewerten eines Satzes identischer elektronischer Bauelemente vor dem Einbau der Bauelemente in elektronische Baugruppen, wobei das Verfahren umfasst:

Erfassen (**102**) von Daten, welche den atmosphärischen Feuchtigkeitsgehalt angeben, welcher den elektronischen Bauelementen zuzuordnen ist, während aufeinanderfolgender Zeitspannen vor dem Einbau der elektronischen Bauelemente aus dem Satz in die elektronischen Baugruppen;

Speichern (**104**) der erfassten Daten;

Bewerten (**106**), ob die elektronischen Bauelemente geeignet sind, den mit einem Reflow-Prozess verbundenen Bedingungen ausgesetzt zu werden, und zwar basierend auf einer abgeschätzten Gesamtwirkung der Exposition gegenüber dem atmosphärischen Feuchtigkeitsgehalt auf Basis der gespeicherten Daten; und danach, für elektronische Bauelemente, für welche festgestellt wird, dass sie geeignet sind, während des Einbaus den mit einem Reflow-Prozess verbundenen Bedingungen ausgesetzt zu werden:

Einbauen der geeigneten elektronischen Bauelemente in elektronische Baugruppen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem das Erfassen von Daten, welche den atmosphärischen Feuchtigkeitsgehalt angeben, das Messen der Umgebungstemperatur und das Messen der relativen Feuchtigkeit umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei welchem das Bewerten (**106**), ob die elektronischen Bauelemente für den Einbau geeignet sind, umfasst:

Abschätzen einer den elektronischen Bauelementen zuzuordnenden verbleibenden Floorlife (Offenlagerungs-Haltbarkeit) durch Berechnung eines Reduktionswertes für die Floorlife, welcher jeder aufeinander-

derfolgenden Zeitspanne zuzuordnen ist; und Bestimmen eines verbleibenden Gesamt-Floorlife-Wertes auf Basis der Floorlife-Reduktionswerte, welche jeder aufeinanderfolgenden Zeitspanne zuzuordnen sind.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei welchem das Abschätzen der verbleibenden Floorlife umfasst, eine Bezugszeit zu kennzeichnen, welche einem Bezugswert für die verbleibende Floorlife zuzuordnen ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei welchem die Bezugszeit als der Zeitpunkt gekennzeichnet wird, zu dem das Erfassen der Daten, welche den atmosphärischen Feuchtigkeitsgehalt angeben, ausgelöst wurde.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder Anspruch 5, bei welchem die Bezugszeit auf Basis eines Zeitpunkts gekennzeichnet wird, zu dem ein Ausbackvorgang stattfand.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, bei welchem die Bezugszeit, auf Basis eines Zeitpunkts gekennzeichnet wird, zu dem die elektronischen Bauelemente länger einer Temperatur ausgesetzt waren, die höher als eine vorbestimmte Temperatur ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, bei welchem die Bezugszeit als ein Zeitpunkt gekennzeichnet wird, zu dem ein letzter Satz von Daten erfasst wurde.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, bei welchem das Abschätzen der verbleibenden Floorlife umfasst:

Berücksichtigen eines Feuchtigkeitsempfindlichkeitsgrades bei dem Satz von elektronischen Bauelementen; und

Berücksichtigen einer Körperdicke, die den elektronischen Bauelementen zuzuordnen ist.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem das Bewerten, ob die elektronischen Bauelemente für einen Einbau geeignet sind, umfasst, einen Satz von gemessenen Feuchtigkeitsgehaltswerten über die Zeit zu integrieren, um einen Summen-Umweltexpositionsfaktor zu berechnen.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Bewertung, ob die elektronischen Bauelemente für den Einbau geeignet sind, umfasst, die geschätzte Gesamtwirkung der Exposition gegenüber dem atmosphärischen Feuchtigkeitsgehalt mit einem vordefinierten Akzeptanzkriterium zu vergleichen, um einen geschätzten Zuverlässigkeitsfaktor zu bestimmen.

12. Behälter für elektronische Bauelemente, die in elektronische Baugruppen eingebaut werden sollen, wobei der Behälter umfasst:

eine Lagerungsvorrichtung (**304, 322, 326**), welche einen Satz von elektronischen Bauelementen enthält; und

eine Aufzeichnungseinrichtung (**202, 202a**) für Umweltbedingungen, die mit der Lagerungsvorrichtung (**304, 322, 326**) gekoppelt ist und dem Satz von elektronischen Bauelementen zugeordnet ist, wobei die Aufzeichnungseinrichtung (**202, 202a**) für Umweltbedingungen Messelemente (**204, 206**) umfasst, welche auf den atmosphärischen Feuchtigkeitsgehalt ansprechen, einen Prozessor (**208, 208a**) sowie eine zugehörige Speichereinrichtung (**210, 210a**), wobei der Prozessor (**208, 208a**) dazu konfiguriert ist, Daten von den Messelementen (**204, 206**) zu empfangen, welche den atmosphärischen Feuchtigkeitsgehalt während mehrerer aufeinanderfolgender Zeitspannen anzeigen, um die Daten aufsummiert und zugriffsbereit in der zugehörigen Speichereinrichtung (**210, 210a**) zu speichern und um zu bewerten, ob die elektronischen Bauelemente geeignet sind, Bedingungen ausgesetzt zu werden, die mit einem Reflow-Prozess während eines nachfolgenden Einbaus verbunden sind, und zwar basierend auf einer Gesamtwirkung der Exposition gegenüber dem atmosphärischen Feuchtigkeitsgehalt.

13. Behälter nach Anspruch 12, bei welchem die Lagerungsvorrichtung (**304, 322, 326**) eine Spule (**304**) umfasst, welche mehrere identische elektronische Bauelemente enthält.

14. Behälter nach Anspruch 12 oder Anspruch 13, bei welchem der Prozessor (**208, 208a**) ferner dazu konfiguriert ist, eine graphische Darstellung der Daten, aufgetragen über einer die Zeit darstellenden Achse, zu erzeugen.

15. Behälter nach einem der Ansprüche 12 bis 14, bei welchem die Aufzeichnungseinrichtung (**202, 202a**) für Umweltbedingungen ferner ein Zeitgabeelement **212** umfasst, und bei welchem der Prozessor (**208, 208a**) die Daten in vorgegebenen Zeitintervallen, wie sie durch das Zeitgabeelement (**212**) gemessen werden, empfängt und speichert.

16. Behälter nach einem der Ansprüche 12 bis 15, bei welchem der Prozessor (**208, 208a**) ferner dazu konfiguriert ist, die gespeicherten Daten sowie eine Feststellung dazu, ob die elektronischen Bauelemente für den Einbau geeignet sind, einer entfernten Einrichtung (**214**) mitzuteilen.

17. Behälter nach einem der Ansprüche 12 bis 16, bei welchem der Prozessor (**208, 208a**) ferner dazu konfiguriert ist, eine den elektronischen Bauelementen zuzuordnende verbleibende Floorlife abzuschätzen.

18. Behälter nach einem der Ansprüche 12 bis 17, bei welchem der Prozessor (**208, 208a**) ferner dazu konfiguriert ist, eine Bezugszeit zu kennzeichnen, die einem Bezugswert für die verbleibende Floorlife zuzuordnen ist.

19. Behälter nach einem der Ansprüche 12 bis 18, bei welchem der Prozessor (**208, 208a**) ferner dazu konfiguriert ist, eine Reduktion der Floorlife, welche einer jeweiligen von mehreren Zeitspannen zuzuordnen ist, zu berechnen, sowie eine aufsummierte verbleibende Gesamt-Floorlife zu berechnen, und zwar basierend auf den berechneten Reduktionen der Floorlife, die jeder aufeinanderfolgenden Zeitspanne zuzuordnen sind.

20. Behälter nach Anspruch 17, bei welchem das Abschätzen der verbleibenden Floorlife umfasst, einen Feuchtigkeitsempfindlichkeitsgrad zu berücksichtigen, der dem Satz von elektronischen Bauelementen zuzuordnen ist, sowie eine Körperdicke, welche jedem elektronischen Bauelement des Satzes zuzuordnen ist.

21. Behälter nach einem der Ansprüche 12 bis 20, bei welchem der Prozessor (**208, 208a**) ferner dazu konfiguriert ist, einen Satz von gemessenen Werten für den Feuchtigkeitsgehalt der Umgebung über die Zeit zu integrieren, um einen Summen-Umweltexpositionsfaktor zu berechnen.

22. Behälter nach einem der Ansprüche 12 bis 21, bei welchem der Prozessor (**208, 208a**) ferner dazu konfiguriert ist, die Daten mit einer vordefinierten Basislinie zu vergleichen, um einen abgeschätzten Zuverlässigkeitsfaktor zu bestimmen.

23. System zum Bewerten eines Satzes von identischen elektronischen Bauelementen vor dem Einbau der Bauelemente in elektronische Baugruppen, wobei das System umfasst:

eine Lagerungsvorrichtung (**304, 322, 326**), die einen Satz identischer elektronischer Bauelemente enthält; eine Aufzeichnungseinrichtung (**202, 202a**) für Umweltbedingungen, welche mit der Lagerungseinrichtung (**304, 322, 326**) gekoppelt ist und dem Satz identischer elektronischer Bauelemente zugeordnet ist, wobei die Aufzeichnungseinrichtung (**202, 202a**) für Umweltbedingungen dazu konfiguriert ist, Daten zu erfassen, welche den Feuchtigkeitsgehalt der Umgebung über mehrere aufeinanderfolgende Zeitspannen angeben; und eine entfernte Einrichtung (**214**), die einen Prozessor (**218**) sowie eine Speichereinheit (**220**) umfasst, wobei der Prozessor (**218**) dazu konfiguriert ist, die erfassten Daten von der Aufzeichnungseinrichtung (**202, 202a**) für Umweltbedingungen zu empfangen sowie zu bewerten, ob die elektronischen Bauelemente dazu geeignet sind, Bedingungen ausgesetzt zu werden, welche mit einem Reflow-Prozess währ-

rend eines nachfolgenden Einbaus verbunden sind, und zwar auf Basis der erfassten Daten.

24. System nach Anspruch 23, bei welchem der Prozessor (**218**) ferner dazu konfiguriert ist, eine dem Satz elektronischer Bauelemente zuzuordnende verbleibende Floorlife abzuschätzen.

25. System nach Anspruch 23 oder Anspruch 24, bei welchem der Prozessor (**218**) ferner dazu konfiguriert ist, die Reduktion der Floorlife, welche einer jeweiligen der mehreren aufeinanderfolgenden Zeitspannen zuzuordnen ist, zu berechnen, sowie eine verbleibende Gesamt-Floorlife zu berechnen, und zwar auf Basis der berechneten Reduktionen der Floorlife, die jeder der mehreren aufeinanderfolgenden Zeitspannen zuzuordnen sind.

26. System nach Anspruch 24, bei welchem das Abschätzen der verbleibenden Floorlife umfasst, einen Feuchtigkeitsempfindlichkeitsgrad zu berücksichtigen, welcher den elektronischen Bauelementen des Satzes zuzuordnen ist, sowie einen Körperdickenwert, welcher den elektronischen Bauelementen des Satzes zuzuordnen ist.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

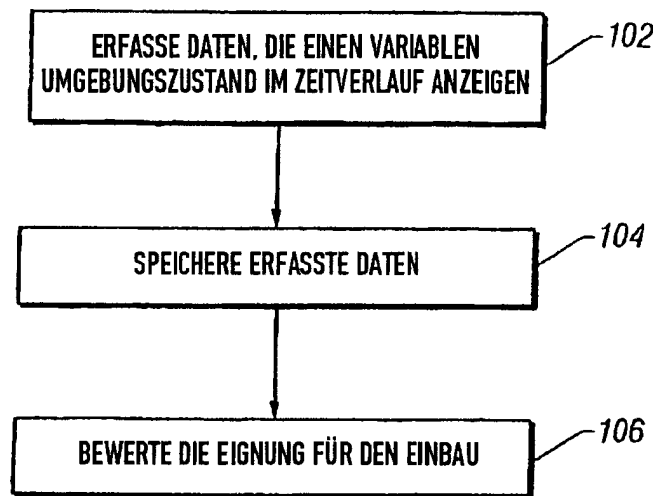


FIG. 1

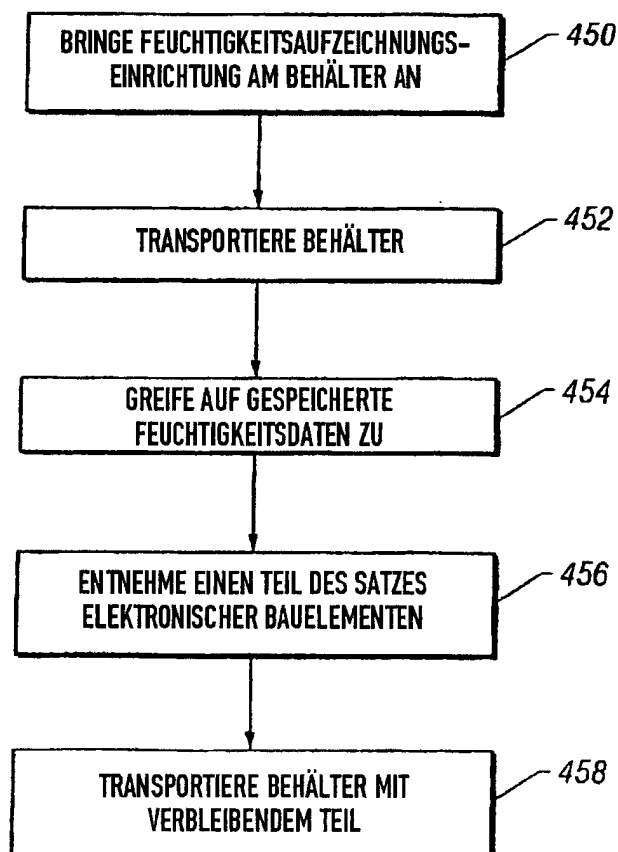


FIG. 4

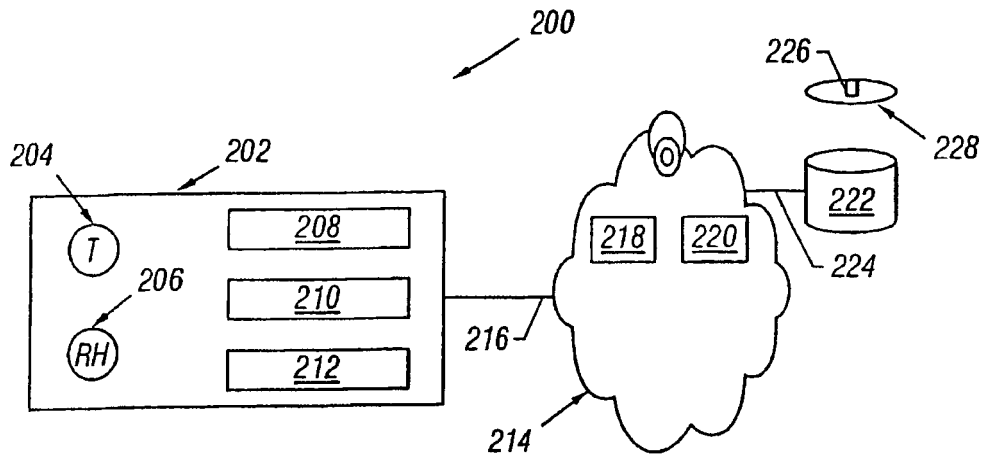


FIG. 2A

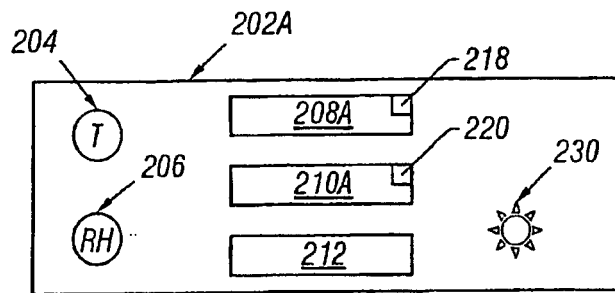


FIG. 2B

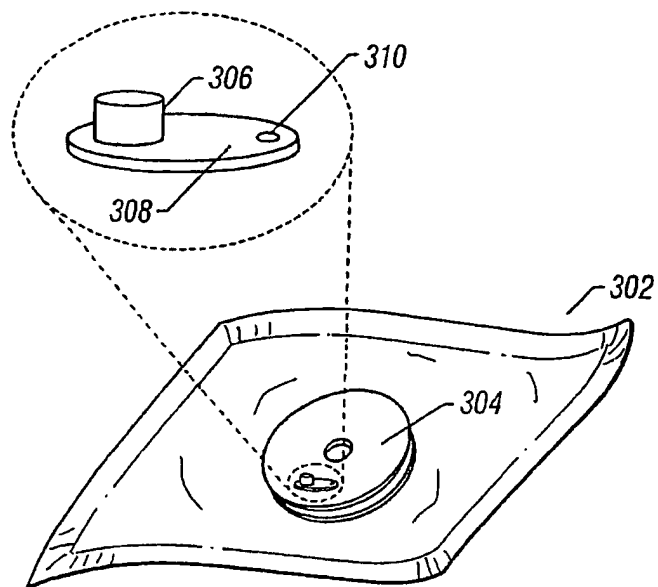


FIG. 3A

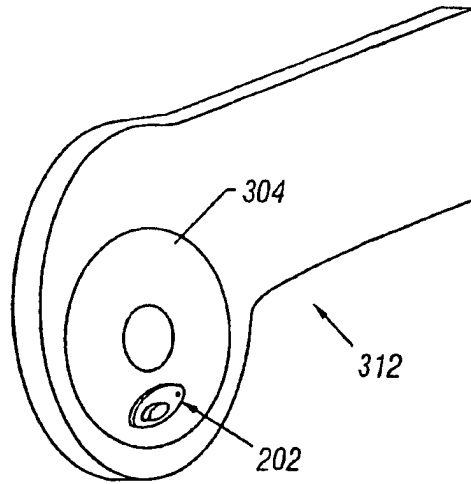


FIG. 3B

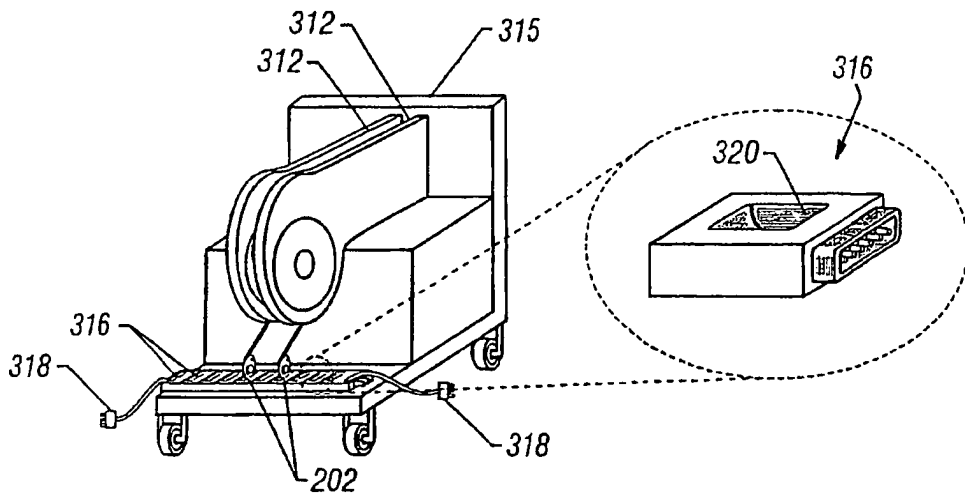


FIG. 3C

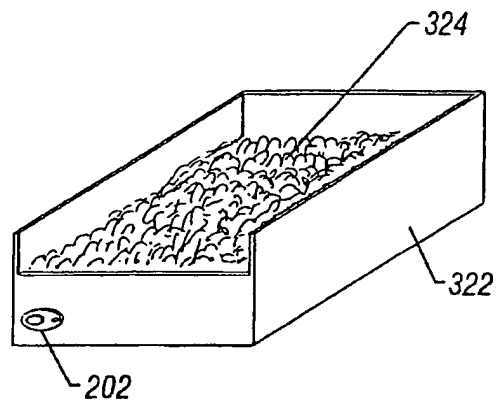


FIG. 3D

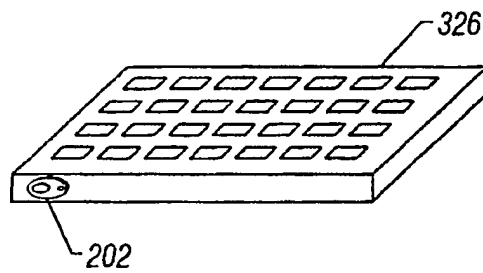


FIG. 3E

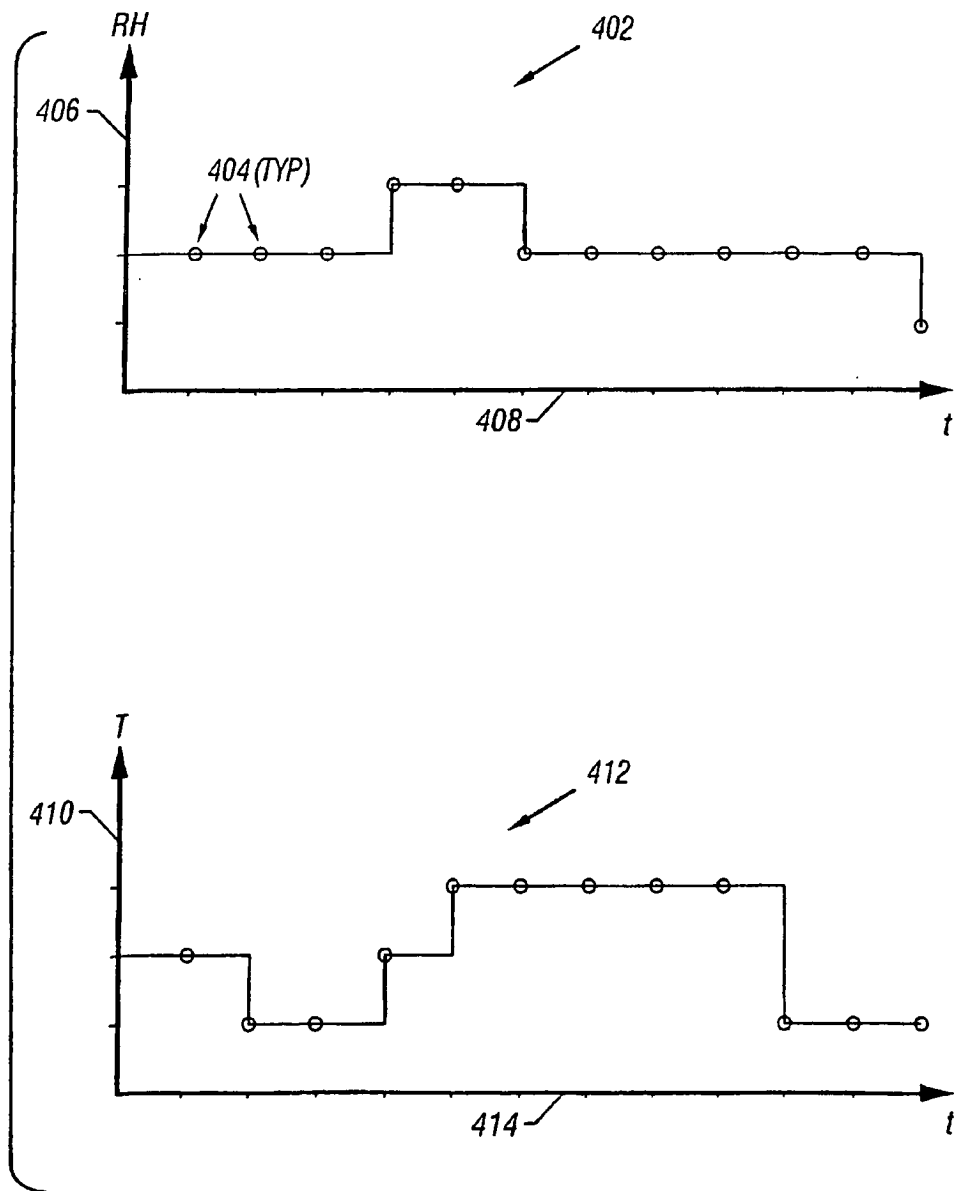


FIG. 5

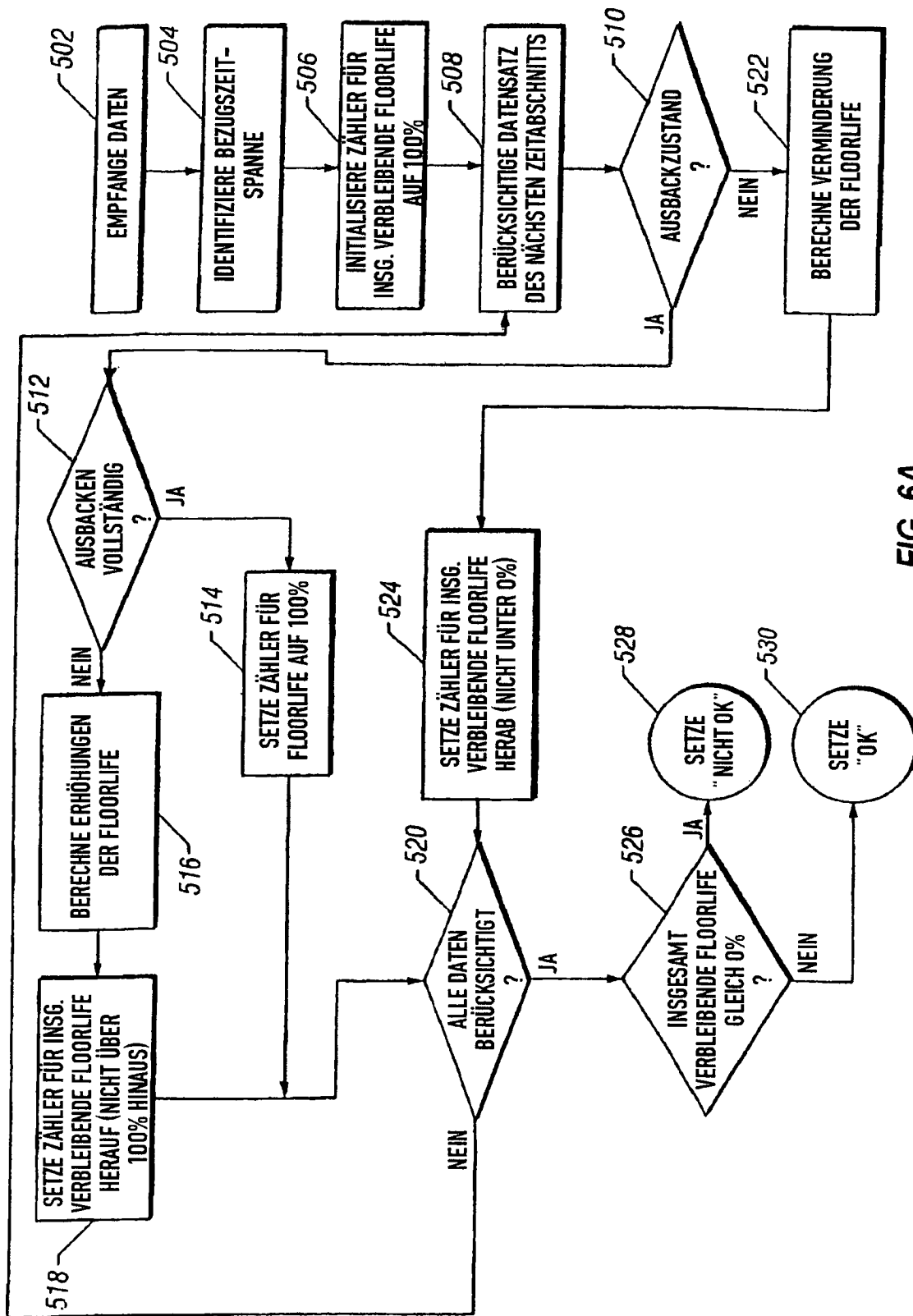


FIG. 6A

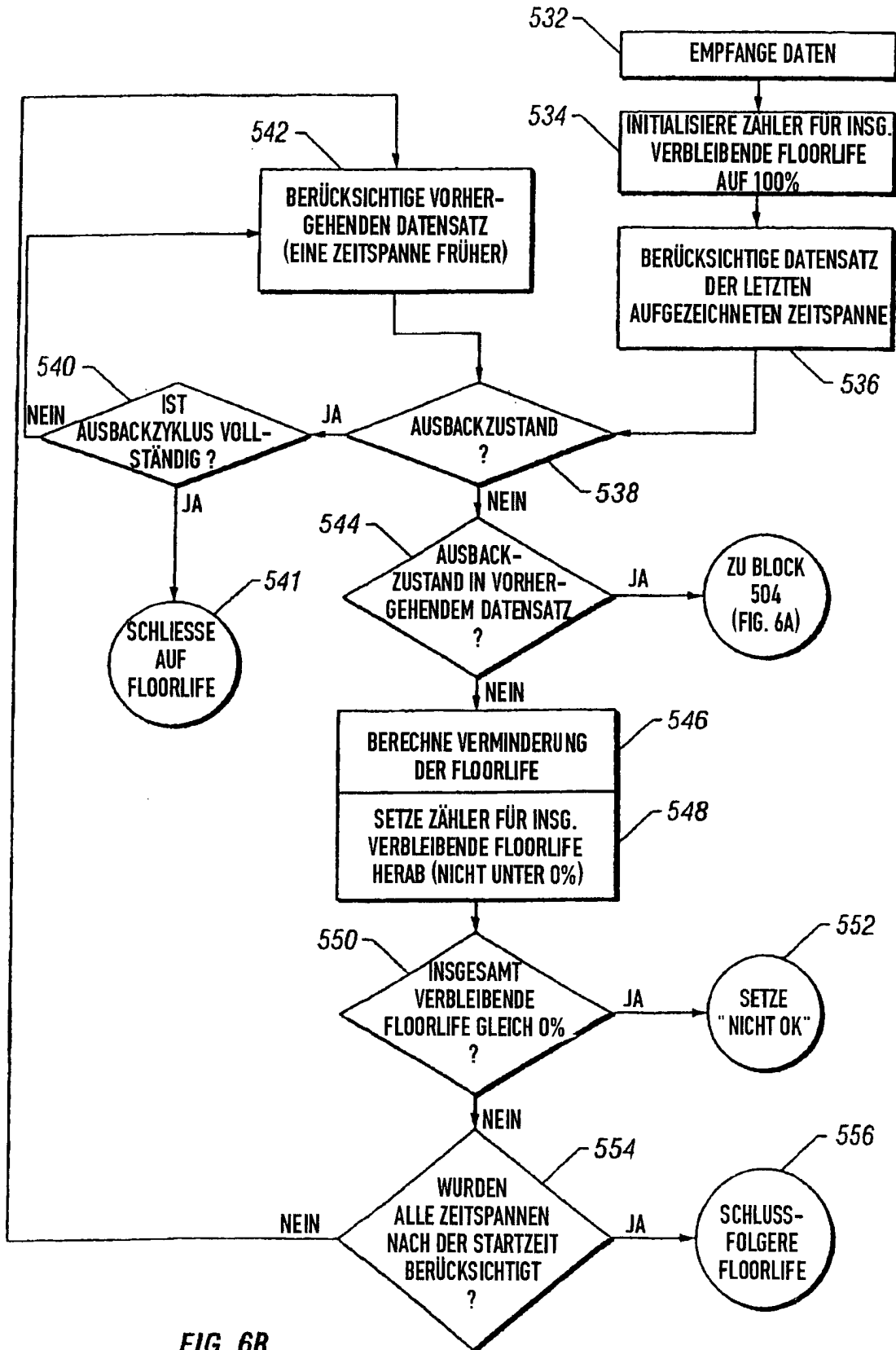


FIG. 6B

602

IPC/JEDEC J-STD-033		April 1999									
TABELLE 5 Empfohlene äquivalente Gesamt-Floorlife (Tage) bei 20°C, 25°C und 30°C für ICs mit Novolac, Biphenyl und multifunktionalen Epoxydharzen (Reflow bei gleicher Temperatur, bei welcher das Bauelement klassifiziert wurde)											
Körperdicke (t)	FE-GRAD	maximale relative Feuchtigkeit, Prozent									
		20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%		
t > 3.1mm PQFPs > 84 Pins. PLCCs (quadratisch) MQFPs oder PBGAs	GRAD 2a	∞	60	41	33	28	10	7	6	30°C	
		∞	78	53	42	36	14	10	8	25°C	
		∞	103	69	57	47	19	13	10	20°C	
	GRAD 3	10	9	8	7	7	5	4	4	30°C	
		13	11	10	9	9	7	6	5	25°C	
		17	14	13	12	12	10	8	7	20°C	
	GRAD 4	4	4	4	3	3	3	2	2	30°C	
		5	5	5	5	4	3	3	3	25°C	
		7	7	7	7	6	5	4	4	20°C	
	GRAD 5	3	3	2	2	2	2	1	1	30°C	
		5	4	4	3	3	2	2	2	25°C	
		7	6	5	5	4	3	3	3	20°C	
	GRAD 5a	1	1	1	1	1	1	1	1	30°C	
		2	2	2	2	2	1	1	1	25°C	
		4	3	3	3	2	2	2	2	20°C	
t ≤ 2.1mm t < 3.1mm PLCCs (rechteckig) 18-32 Pins SOICs (breiter Körper) SOICs ≥ 20 Pins PQFPs ≤ 80 Pins	GRAD 2a	∞	∞	86	39	28	4	3	2	30°C	
		∞	∞	148	51	37	6	4	3	25°C	
		∞	∞	∞	69	49	8	5	4	20°C	
	GRAD 3	19	12	9	8	7	3	2	2	30°C	
		25	15	12	10	9	5	3	3	25°C	
		32	19	15	13	12	7	5	4	20°C	
	GRAD 4	5	4	4	3	3	2	2	1	30°C	
		7	5	5	4	4	3	2	2	25°C	
		9	7	6	6	5	4	3	3	20°C	
	GRAD 5	3	3	2	2	2	1	1	1	30°C	
		4	3	3	3	3	2	1	1	25°C	
		5	5	4	4	4	3	3	2	20°C	
	GRAD 5a	1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	30°C	
		2	2	2	2	2	1	1	1	25°C	
		2	2	2	2	2	2	2	1	20°C	
t > 2.1mm TSOPs, SOICs < 18 Pins TQFPs oder TBGAs	GRAD 2a	∞	∞	∞	∞	28	1	1	1	30°C	
		∞	∞	∞	∞	∞	2	1	1	25°C	
		∞	∞	∞	∞	∞	2	2	1	20°C	
	GRAD 3	∞	∞	∞	11	7	1	1	1	30°C	
		∞	∞	∞	14	10	2	1	1	25°C	
		∞	∞	∞	20	13	2	2	1	20°C	
	GRAD 4	∞	9	5	4	3	1	1	1	30°C	
		∞	12	7	5	4	2	1	1	25°C	
		∞	17	9	7	6	2	2	1	20°C	
	GRAD 5	13	5	3	2	2	1	1	1	30°C	
		18	6	4	3	3	2	1	1	25°C	
		26	8	6	5	4	2	2	1	20°C	
	GRAD 5a	3	2	1	1	1	1	1	0.5	30°C	
		5	3	2	2	2	1	1	1	25°C	
		6	4	3	2	2	2	2	1	20°C	

604

FIG. 7
(Stand der Technik)

608

610

606

802

PAKETDICKE	GRAD	AUSBACKEN BEI 125°C	AUSBACKEN BEI 40°C. ≤ 5% rel.F.
$\leq 1.4 \text{ mm}$	2a	4 STUNDEN	5 TAGE
	3	7 STUNDEN	11 TAGE
	4	9 STUNDEN	13 TAGE
	5	10 STUNDEN	14 TAGE
	5a	14 STUNDEN	19 TAGE
$\leq 2.0 \text{ mm}$	2a	18 STUNDEN	21 TAGE
	3	24 STUNDEN	33 TAGE
	4	31 STUNDEN	43 TAGE
	5	37 STUNDEN	52 TAGE
	5a	48 STUNDEN	68 TAGE
$\leq 4.0 \text{ mm}$	2a	48 STUNDEN	67 TAGE
	3	48 STUNDEN	67 TAGE
	4	48 STUNDEN	68 TAGE
	5	48 STUNDEN	68 TAGE
	5a	48 STUNDEN	68 TAGE

TABELLE 2 Referenzbedingungen für das Trocknen von Bauelementen, die Bedingungen mit $\leq 60\%$ rel. Feuchtigkeit ausgesetzt waren (Ausbacken durch Benutzer: Floorlife beginnt bei Zeit = 0 nach dem Ausbacken zu zählen)

FIG. 8
(STAND DER TECHNIK)

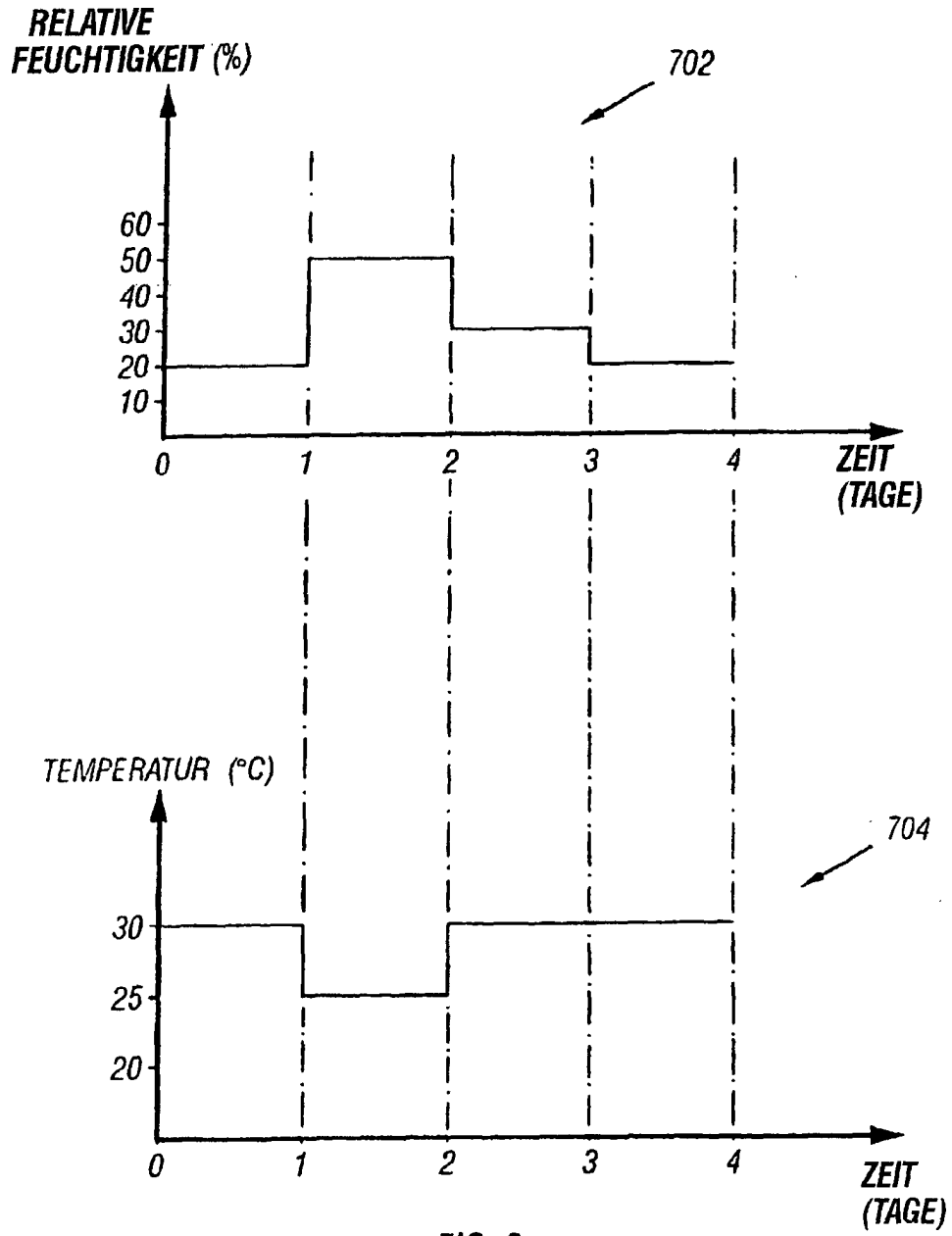


FIG. 9