



(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 23 761.5**  
(22) Anmeldetag: **22.05.2003**  
(43) Offenlegungstag: **09.12.2004**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **28.02.2013**

(51) Int Cl.: **B05D 3/06 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Endress + Hauser GmbH + Co. KG, 79689,  
Maulburg, DE**

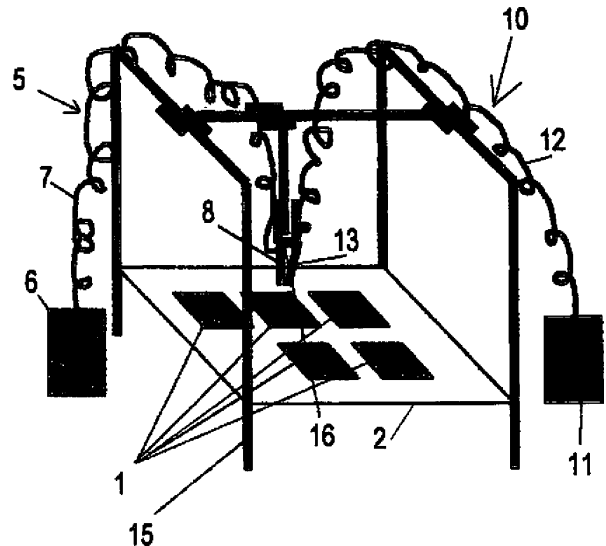
(72) Erfinder:  
**Buschke, Ingo, Dr., 79585, Steinen, DE**

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

DE	43 00 012	C2
DE	196 50 255	C2
DE	195 18 706	A1
DE	200 02 495	U1

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Aufbringung und Trocknung einer Beschichtung auf einer Leiterplatte**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur Aufbringung und Trocknung einer Beschichtung auf einer Leiterplatte (1) mit einer Aufbringeinheit (5), die die Beschichtung lokal begrenzt auf die Leiterplatte (1) aufbringt, mit einer Trocknungseinheit (10), die mit möglichst geringem Zeitverzug zur Aufbringung der Beschichtung die aufgebraute Beschichtung trocknet, und mit mindestens einer Steuereinheit (15), welche die Aufbringeinheit (5) und die Trocknungseinheit (10) in Relation zur Leiterplatte (1) positioniert, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der mindestens einen Steuereinheit (15) um einen Roboter mit einem Roboterkopf (16) für die Positionierung der Aufbringeinheit (5) und der Trocknungseinheit (10) handelt, wobei Aufbringeinheit (5) und Trocknungseinheit (10) miteinander gekoppelt sind, so dass Aufbringeinheit (5) und Trocknungseinheit (10) eine kompakte Konstruktion bilden, und dass die Trocknungseinheit (10) die lokal begrenzt aufgebraute Beschichtung lokal begrenzt trocknet, anhärtet und aushärtet.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Aufbringung und Trocknung einer Beschichtung auf einer Leiterplatte. Unter Leiterplatte sind hierbei auch z. B. mit elektronischen Bauteilen bestückte Leiterplatten oder allgemein Platinen zu verstehen.

**[0002]** Das Lackieren von Leiterplatten und elektronischen Schaltungen hat sich heutzutage als eine bedeutsame Maßnahme z. B. zum Schutze der Elektronik vor Ausfall durch Feuchtigkeit oder zur Einhaltung von Explosionsschutzanforderungen herauskristallisiert. Vor dem Hintergrund des ständig wachsenden Einsatzes von Elektronik gerade auch unter klimatisch und technologisch kritischen Bedingungen, wächst die Bedeutung einer sicheren und effektiven Lackiertechnologie von beispielsweise elektronischen Baugruppen. Bekannte Ausfallmechanismen sind u. a. elektrochemische Migration, korrosionsinduzierte Kriechströme und Unterbrechungen sowie z. B. Destabilisierung des Oberflächenwiderstandes. Derzeit werden vorzugsweise Lacke zum Schutz von Leiterplatten verwendet, welche einen hohen Anteil organischer Lösemittel enthalten. Das Abtrocknen und Aus- oder zumindest Anhäften nach dem Lackieren dauert bei Raumtemperatur mehrere Tage, bei erhöhter Temperatur immerhin nach mehreren Stunden. Neuere Möglichkeiten zur Lacktrocknung und -aushärtung bieten sogenannte UV-aushärtende Lacke (allgemein UV-Licht oder spezieller UVc-Licht). Diese Art der Lacktrocknung wird vorzugsweise ergänzt durch eine sogenannte Polyurethan(PUR)-Härtung, die dazu dient, dass der Lack auch in den Schattenbereichen aushärtet, also in den Bereichen, die z. B. durch Bauteile auf der Leiterplatte gegenüber dem UV-Licht abgeschattet werden. Das derzeitige selektive Lackieren von Leiterplatten geschieht wie folgt: Zunächst erfolgt eine Lackierung mittels eines Beschichtungskopfes, der beispielsweise als Sprühdüse, Sprühventil, Piezoventil o. ä. oder Dispenser ausgeführt sein kann, von üblicherweise mehreren auf einem Träger oder im Mehrfachnutzen angeordneter Leiterplatten. Diese Leiterplatten werden meist mittels eines Transportbandes zu einem UV-Ofen weitergeleitet, wo eine schnelle Trocknung erfolgt, indem die Leiterplatten unter einem zumeist linienförmigen UV-Strahler durchgeführt werden. Solche UV-Durchlauföfen weisen die Nachteile auf, dass sie Platz benötigen, und – da die ganze Trägerbreite/Leiterplattenbreite bestrahlt werden muss – auch eine vergleichsweise hohe Leistungsaufnahme haben. Letzteres führt zu einem hohen Aufwand insbesondere für die Systemkühlung, die Ableitung des bei UV-Strahlung entstehenden Ozons sowie für Ersatzstrahlungsquellen. Darüber hinaus verlängert der Durchgang einer Leiterplatte durch einen UV-Ofen nach dem eigentlichen Lackierprozess die Durchlaufzeit. Bezüglich der Leiterplatte bzw. bezüglich der

Lackierung ergibt sich noch ein weiteres gravierendes Problem. Da der Zeitversatz zwischen Lackauftrag und Trocknung relativ groß werden kann, und da ein noch flüssiger Lack typischerweise immer ein mehr oder weniger großes Verlaufen – gerade bei großen Schichtdicken und Kapillarwirkungseffekten – aufweisen kann, wird die erzielbare Konturgenauigkeit, auf die es beim selektiven Lackieren besonders ankommt, reduziert. Die bestehende Methode gemäß dem Stand der Technik ist also kostenintensiv und die Ergebnisse sind nicht generell zufriedenstellend.

**[0003]** Daher ist es die Aufgabe der Erfindung, ein selektives Aufbringen einer Beschichtung – z. B. eines Lackes – und dessen Trocknung zu ermöglichen, wobei die Nachteile des Standes der Technik überwunden werden. Unter Trocknung sei hierbei sowohl das Anhängen wie auch das Aushärten der Beschichtung/des Lackes verstanden. Dafür sind ein Verfahren und eine Vorrichtung erforderlich.

**[0004]** Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Beschichtung lokal begrenzt aufgebracht wird, und dass die Beschichtung lokal begrenzt getrocknet, angehärtet und/oder ausgehärtet wird. Speziell in der Lackiertechnik wird unter Trocknen die Verdunstung von Lösemittel aus dem Lack verstanden (ein UV-Lack enthält z. B. kein Lösemittel im Gegensatz zu den meisten üblichen Lacken mit ca. 60% Lösemittel). Härten ist im Allgemeinen die chemische Reaktion zur Verfestigung (z. B. beim UV-Lack: Bildung von Makromolekülen über durch UV-Strahlung aktivierte Radikale) eines bereits getrockneten bzw. applizierten Lackes. Allgemein sei jedoch unter Trocknung sowohl die eigentliche Trocknung, als auch die Anhängen, als auch die Aushärtung verstanden. Eine Anhängen sei dabei eine noch nicht vollständige Aushärtung. Die Beschichtung – z. B. ein Lack – wird also nur an speziellen Stellen aufgebracht und die Trocknung – entweder so lange und so intensiv, dass die Beschichtung aushärtet oder zumindest so, dass die Beschichtung angehärtet ist, also z. B. nicht mehr zerfließen kann – findet auch nur dort statt, wo sich die frisch aufgebrachte Beschichtung befindet. Es wird also nicht – wie z. B. in einem Ofen – die gesamte Leiterplatte mit z. B. der Trocknung dienendem UV-Licht bestrahlt, sondern nur der Bereich, in dem sich die Beschichtung befindet. Eine Ausgestaltung ist auch, dass für einen gewissen Bereich die Beschichtung nicht vollständig ausgehärtet wird, sondern dass ein solcher Bereich – z. B. durch einen Lichtblitz – nur leicht vorgetrocknet wird, so dass die Leiterplatte z. B. gewendet werden kann.

**[0005]** Eine Ausgestaltung sieht vor, dass die Beschichtung durch eine Strahlung aus einem entsprechend der Beschichtung zu wählenden Wellenlängenbereich lokal begrenzt getrocknet, angehärtet und ausgehärtet wird. Handelt es sich also bei

der Beschichtung um einen Lack, der durch UV-Licht aushärtet, so geschieht die Trocknung auch mit UV-Licht aus dem entsprechenden Wellenlängenbereich. Handelt es sich um Lack, der z. B. thermisch aushärtet, so kann Infrarotlicht der passenden Wellenlänge verwendet werden. Bezogen werden soll der Begriff Strahlung auch z. B. auf energiereiche Elektronen, mit denen ebenfalls spezielle Lacke ausgehärtet werden können. Der Begriff Strahlung soll also physikalisch möglichst breit verstanden werden. Eine Bedingung für die Anwendung ist jedoch, dass die Strahlung möglichst fokussierbar sein muss, so dass eine lokale Trocknung möglich ist.

**[0006]** Eine Ausgestaltung beinhaltet, dass die Beschichtung lokal begrenzt mit möglichst geringem Zeitverzug zur Aufbringung der Beschichtung getrocknet, angehärtet und/oder ausgehärtet wird. Durch eine möglichst geringe zeitliche Verzögerung zwischen dem Aufbringen und dem Trocknen – bzw. dem Beginn des Trocknens – kann verhindert werden, dass z. B. die Beschichtung verläuft. Weiterhin erhöht ein geringer Zeitverzug die Geschwindigkeit der Bearbeitung der Leiterplatten. Angestrebt wird also, dass sich die Trocknung der Beschichtung in einem Bereich direkt an das Aufbringen des Lackes/der Beschichtung anschließt. Eine minimale Verzögerung kann jedoch auch dafür erforderlich sein, dass die Beschichtung z. B. durch Kapillarwirkung auch in Bereiche gelangt, auf die die Beschichtung nicht direkt aufgebracht werden kann, weil sie z. B. durch Bauteile verdeckt werden. Je nach Anwendungsfall kann also ein gewisser Zeitverzug erforderlich sein.

**[0007]** Die Aufgabe wird bezüglich der Vorrichtung dadurch gelöst, dass eine Aufbringeinheit vorgesehen ist, die die Beschichtung lokal begrenzt auf die Leiterplatte aufbringt, und dass eine Trocknungseinheit vorgesehen ist, die lokal begrenzt die aufgebraute Beschichtung trocknet, anhärtet und aushärtet. Die Beschichtung – der Lack also – wird nur selektiv aufgebracht und die Trocknung erfolgt auch nur selektiv auf einen Bereich bezogen. Damit werden die Nachteile des Standes der Technik vermieden.

**[0008]** Eine Ausgestaltung beinhaltet, dass die Trocknungseinheit derartig ausgestaltet ist, dass sie die Beschichtung lokal beschränkt mit einer Strahlung aus einem entsprechend der Beschichtung gewählten Wellenlängenbereich trocknet anhärtet und aushärtet. Der Grundgedanke der Erfindung ist also, dass beispielsweise UV-Strahlung punktuell der Stelle zugeführt wird, die mit einem UV-aushärtenden Lack beschichtet worden ist, und dass dies während des selektiven Lackierens geschieht.

**[0009]** Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass die Trocknungseinheit mit möglichst geringem Zeitverzug zur Aufbringung der Beschichtung lokal begrenzt die aufgebraute Beschichtung trocknet,

anhärtet und aushärtet. Dies ermöglicht es, dass ein Bereich lackiert und anschließend sogleich getrocknet, an- und ausgehärtet wird. Die Zeitverzögerung zwischen den beiden Schritten – bzw. zwischen dem Ende des ersten Schrittes des Aufbringens der Beschichtung und dem Anfang des zweiten Schrittes der Trocknung – wird also entsprechend minimiert. Der geringe Zeitverzug kann z. B. dadurch erzielt werden, dass die Aufbringeinheit und die Trocknungseinheit miteinander gekoppelt sind.

**[0010]** Die Vorteile der Erfindung liegen darin, dass der Platzaufwand, der technische Aufwand und auch der Zeitaufwand reduziert sind. Weiterhin ist ein separater und Platz benötigender UV-Ofen nicht erforderlich. Überdies wird die Konturgenauigkeit erhöht, da ein Verlaufen des Lackes durch die minimale Zeitverzögerung zwischen Lackaufbringung und Trocknung extrem reduziert werden kann. Weiterhin ermöglicht die Erfindung sehr einfach eine selektive Realisierung besonders hoher Lackschichtdicken durch Mehrfachüberstreichung. Dies ist z. B. bei kritischen Bauelementen wichtig, die einer hohen Vibrationsbelastung ausgesetzt sind. Die Vorteile sind also, dass die Kosten und Anforderungen deutlich reduziert sind und dass gleichzeitig die Qualität der selektiven Lackierung erhöht und sichergestellt wird. Der besondere Clou ist, dass die Trocknung unmittelbar nach Ende der Lackaufbringung abgeschlossen ist.

**[0011]** Eine Ausgestaltung beinhaltet, dass mindestens eine Steuereinheit vorgesehen ist, die die Leiterplatte in Relation zur Aufbringeinheit und/oder zur Trocknungseinheit positioniert, und/oder die die Aufbringeinheit und/oder die Trocknungseinheit in Relation zur Leiterplatte positioniert. Es werden also entweder die Aufbringeinheit und/oder die Trocknungseinheit relativ zur Leiterplatte positioniert oder umgekehrt. Durch diese Ausgestaltungen wird die selektive Beschichtung und Trocknung eines Bereiches realisiert. Je nach Ausgestaltung der Steuereinheit können somit unterschiedliche Leiterplatten jeweils spezifisch beschichtet werden.

**[0012]** Eine Ausgestaltung sieht vor, dass es sich bei der Steuereinheit mindestens um einen Roboter mit mindestens einem Roboterkopf für die Positionierung der Aufbringeinheit und/oder der Trocknungseinheit handelt. Als Roboter kommen beliebige Systeme in Frage, vorzugsweise jedoch Roboter mit einer hohen Zahl an Freiheitsgraden, wie z. B. Portal- oder Sechschs-Achs-Roboter. Je beweglicher der Roboter ist, desto mehr Möglichkeiten gibt es, die Lackierung zu gestalten. Eine Möglichkeit ist, dass ein Roboter zwischen der Aufbringeinheit und der Trocknungseinheit wechselt, indem z. B. zunächst eine Sprüheinheit aufgenommen und diese dann gegen eine UV-Licht-Einheit ausgetauscht wird. Das Verfahren ist dann also: Der Roboter nimmt die Aufbringeinheit auf und bringt damit die Beschichtung auf. Dann legt er die Aufbring-

einheit ab und greift zur Trocknungseinheit, mit der er die Beschichtung trocknet, d. h. an- oder aushärtet. In diesem Fall ist das Umrüsten der Einheit auf unterschiedliche Aufbring- und Trocknungseinheiten sehr einfach, da der Roboter nur zu einer anderen Einheit greifen muss.

**[0013]** Eine Ausgestaltung sieht vor, dass in der Aufbringeinheit mindestens ein Beschichtungstank vorgesehen ist, und dass in der Aufbringeinheit mindestens eine Beschichtungsdüse/Sprühventil vorgesehen ist, die mit dem Beschichtungstank verbunden ist. Die Aufbringeinheit verfügt also über ein Reservoir an Beschichtungsmaterial, z. B. durch UV-Licht aushärtbarer Lack, der z. B. über einen Schlauch zu einer Düse gepumpt wird.

**[0014]** Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass es sich bei der Beschichtung um einen zumindest durch UV-Licht aushärtbaren Lack handelt. Dieser Lack ermöglicht eine sehr schnelle Aushärtung, die auch sehr leicht zu realisieren ist. Es gibt auch Lacke, die durch energiereiche Elektronenstrahlen aushärten. Diese Art von Lack ist somit eine weitere Ausgestaltung, erfordert jedoch eine andere Trocknungseinheit. Um auch eine Trocknung in abgeschatteten Bereichen zu erhalten, ist ggf. der mit UV-Licht aushärtbare Lack so zu modifizieren, dass auch eine Komponente vorhanden ist, die eine Trocknung in diesen Schattenbereichen erlaubt. Zu nennen ist hierbei die PUR-Härtung.

**[0015]** Mit dem durch UV-Licht aushärtbaren Lack verbunden ist eine Ausgestaltung, die beinhaltet, dass in der Trocknungseinheit mindestens ein UV-Licht-Strahler vorgesehen ist, und dass in der Trocknungseinheit mindestens eine UV-Optik vorgesehen ist, die mit dem UV-Licht-Strahler verbunden ist. Es wird in der Aushärteinheit also UV-Licht erzeugt, das über einen entsprechenden optischen Leiter zu einer Optik geführt wird, die das UV-Licht gezielt zu dem Bereich bringt, der ausgehärtet werden soll. Die Dimensionierung der Leistung des UV-Strahlers, die Dauer der Bestrahlung und die Festlegung des Wellenlängenbereichs hängen u. a. von den Erfordernissen des Lackes, des angestrebten Grades der Aushärtung/Trocknung und von der Größe des auszuhärtenden Bereiches ab.

**[0016]** Eine vorteilhafte Ausgestaltung beinhaltet, dass in der Trocknungseinheit mindestens eine Laserdiode vorgesehen ist, die UV-Licht erzeugt. Eine solche Diode kann direkt in den Roboterkopf eingebaut werden, so dass sich eine sehr kompakte Konstruktion ergibt.

**[0017]** Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

**[0018]** Fig. 1: eine schematische Darstellung einer Ausgestaltung der Vorrichtung der Erfindung.

**[0019]** Fig. 1 zeigt eine schematische Ausgestaltung der Vorrichtung. Auf einem Träger **2** befinden sich fünf Leiterplatten **1**, die z. B. mit Bauteilen (hier nicht dargestellt) bestückt sind. Über dem Träger **2** befindet sich die Steuereinheit **15** – ein Roboter –, die über den Roboterkopf **16** die Aufbringeinheit **5** und die Aushärteeinheit **10** so in Position bringt, dass die gewünschte Stelle auf einer Leiterplatte **1** beschichtet und anschließend ausgehärtet wird. Die Aufbringeinheit **6** weist einen Vorratsbehälter **6** auf, der über einen Versorgungsschlauch **7** mit einer Beschichtungsdüse **8** verbunden ist. Die Beschichtung, hier ein mit UV-Licht aushärtender Lack, wird also aus dem Tank **8** zur Düse **8** z. B. gepumpt und auf die Leiterplatte **1** gesprüht. Die Trocknungseinheit **10** besteht aus einem UV-Licht-Strahler **11**, der über eine Lichtleiterfaser **12** mit einer entsprechenden Optik **13** verbunden ist. Mit diesem Licht entsprechender Wellenlänge wird dann nach dem Aufbringen des Lackes dieser getrocknet, an- und ausgehärtet. Eine andere Ausgestaltung kann vorsehen, dass die Leiterplatten **1**, bzw. der Träger **2** so verschoben werden, dass die Aufbringeinheit **5** und die Trocknungseinheit **10** in entsprechender Position sind.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Leiterplatte
<b>2</b>	Träger für Leiterplatten
<b>5</b>	Aufbringeinheit
<b>8</b>	Beschichtungstank
<b>7</b>	Versorgungsschlauch
<b>8</b>	Beschichtungsdüse
<b>10</b>	Trocknungseinheit
<b>11</b>	UV-Licht-Strahler
<b>12</b>	Lichtleiterfaser
<b>13</b>	UV-Optik
<b>15</b>	Steuereinheit
<b>16</b>	Roboterkopf

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Aufbringung und Trocknung einer Beschichtung auf einer Leiterplatte (**1**) mit einer Aufbringeinheit (**5**), die die Beschichtung lokal begrenzt auf die Leiterplatte (**1**) aufbringt, mit einer Trocknungseinheit (**10**), die mit möglichst geringem Zeitverzug zur Aufbringung der Beschichtung die aufgebrauchte Beschichtung trocknet, und mit mindestens einer Steuereinheit (**15**), welche die Aufbringeinheit (**5**) und die Trocknungseinheit (**10**) in Relation zur Leiterplatte (**1**) positioniert, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei der mindestens einen Steuereinheit (**15**) um einen Roboter mit einem Roboterkopf (**16**) für die Positionierung der Aufbringeinheit (**5**) und der Trocknungseinheit (**10**) handelt, wobei Aufbringein-

heit (5) und Trocknungseinheit (10) miteinander gekoppelt sind,  
so dass Aufbringeinheit (5) und Trocknungseinheit (10) eine kompakte Konstruktion bilden, und dass die Trocknungseinheit (10) die lokal begrenzt aufgebraachte Beschichtung lokal begrenzt trocknet, anhärtet und aushärtet.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Trocknungseinheit (10) derartig ausgestaltet ist, dass sie die Beschichtung lokal beschränkt mit einer Strahlung aus einem entsprechend der Beschichtung gewählten Wellenlängenbereich trocknet, anhärtet und aushärtet.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in der Aufbringeinheit (5) mindestens ein Beschichtungstank (6) vorgesehen ist, und dass in der Aufbringeinheit (5) mindestens eine Beschichtungsdüse (8) vorgesehen ist, die mit dem Beschichtungstank (6) verbunden ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Beschichtung um einen zumindest durch UV-Licht aushärtbaren Lack handelt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass in der Trocknungseinheit (10) mindestens ein UV-Licht-Strahler (11) vorgesehen ist, und dass in der Trocknungseinheit (10) mindestens eine UV-Optik (13) vorgesehen ist, die mit dem UV-Licht-Strahler (11) verbunden ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass in der Trocknungseinheit (10) mindestens eine Laserdiode vorgesehen ist, die UV-Licht erzeugt.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

