



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 002 587 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**24.05.2000 Patentblatt 2000/21**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **B05D 3/06, B05D 3/00**

(21) Anmeldenummer: **99121912.2**

(22) Anmeldetag: **05.11.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorität: **05.11.1998 DE 19851139**

(71) Anmelder:  
**BASF AKTIENGESELLSCHAFT  
67056 Ludwigshafen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Schrof, Wolfgang, Dr.  
67271 Neuleiningen (DE)**

• **Schwalm, Reinhold, Dr.  
67157 Wachenheim (DE)**  
• **Beck, Erich, Dr.  
68526 Ladenburg (DE)**  
• **Meisenburg, Uwe, Dr.  
47051 Duisburg (DE)**

(74) Vertreter:  
**Isenbruck, Günter, Dr. et al  
Patent- und Rechtsanwälte,  
Bardehle-Pagenberg-Dost-Altenburg-Geissler-  
Isenbruck  
Theodor-Heuss-Anlage 12  
68165 Mannheim (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von gehärteten Lackschichten**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung mindestens einer Lackschicht an mindestens einer Stelle einer Substratoberfläche, das mindestens die folgenden Schritte in der folgenden Reihenfolge aufweist:

- a) Initiieren mindestens einer Vernetzungsreaktion in mindestens einer reaktiven Lackformulierung;
- b) Aufbringen der mindestens einen reaktiven Lackformulierung vor Einsetzen der mindestens einen Vernetzungsreaktion an der mindestens einen Stelle der Substratoberfläche.

Des weiteren betrifft die vorliegende Erfindung eine entsprechende Vorrichtung zur Herstellung mindestens einer Lackschicht an mindestens einer Stelle einer Substratoberfläche, die mindestens die folgenden Elemente aufweist:

- a) mindestens einen Vorratsbehälter für mindestens eine reaktive Lackformulierung,
- b) mindestens eine Belichtungseinheit, bevorzugt eine UV-Belichtungseinheit, weiter bevorzugt einen UV-Laser, und
- c) mindestens eine Applikationseinheit mit einer Düse, insbesondere ein Sprühkopf und/oder

d) eine Glocke für eine elektrostatische Applikation (ESTA-Glocke),

wobei die mindestens eine Belichtungseinheit so ausgebildet ist, daß die in der mindestens einen Belichtungseinheit generierte Strahlung in der mindestens einen Applikationseinheit mit der mindestens einen reaktiven Lackformulierung in Kontakt gebracht wird.

Letztlich wird auch eine Lackschicht beansprucht, die durch das erfindungsgemäße Verfahren herstellbar ist.

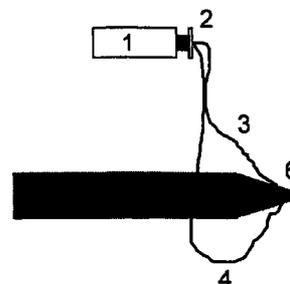


FIG. 1

**EP 1 002 587 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von gehärteten, insbesondere von strahlungsgehärteten Lackschichten auf einer Substratoberfläche.

**[0002]** Lackschichten werden heutzutage u.a. mit Hilfe der Methode der Strahlungshärtung hergestellt. Bei der Strahlungshärtung wird ein leicht verarbeitbares Gemisch von reaktiven Einsatzstoffen und Additiven durch Belichtung in ein dreidimensionales, mechanisch stabiles Polymer Netzwerk überführt. Dabei wird die reaktive Lackformulierung zunächst auf das zugehörige Substrat aufgebracht und in einem zweiten Schritt durch optische Belichtung, vorzugsweise mit einem UV-Belichter, oder mittels Elektronenstrahlhärtung vernetzt. Beispiele hierfür sind die optisch über Photoinitiatoren gestarteten Polymerisationen von niederviskosen Lackformulierungen reaktiver Monomere, Oligomere und Präpolymere, beispielsweise die radikalische Acrylatpolymerisation oder die kationische Vinylether- oder Epoxidpolymerisation, oder die optische Vernetzung linearer Polymere mit reaktiven Seitenketten. Ferner finden Polymerisate auf der Basis von (Meth)acrylaten, (Meth)acrylamiden, Maleinimid-Vinylether, Wasserstoffabstraktionssysteme, ungesättigte Polyester sowie säurehärtbare Harze Verwendung. Typische Anwendungen sind Beschichtungen von Papier, Skiern, Möbeln, Fußböden, Metallen, Kunststoffen, bzw. Klebstoffe.

**[0003]** Bei einer strahlungshärtbaren Lackierung wie beispielsweise der UV-Lackierung oder der Elektronenstrahlhärtung von komplex gestalteten dreidimensionalen Oberflächen wie beispielsweise der von Kraftfahrzeugen muß die Belichtung gleichmäßig erfolgen, um zu vermeiden, daß an kritischen Stellen wie beispielsweise an Kanten oder auf innenliegenden Flächen ungehärtete Bereiche zurückbleiben. Zurückbleibende ungehärtete Bereiche können mitunter zu Verklebungen, zur Emission niedermolekularer Verbindungen, teilweise verbunden mit einer Geruchsbelästigung und/oder einer Gesundheitsgefährdung, sowie zu mangelhaftem Glanz und mangelhafter Schutzwirkung des Lackes führen. Dies macht oftmals ein teures Nacharbeiten erforderlich, wenn nicht gar die mit hohen Kosten verbundene Entsorgung wertvoller Substrate. Um eine gleichmäßige Belichtung von großflächigen Substraten gewährleisten zu können, müssen bislang großflächige Strahler, insbesondere UV-Strahler in Kombination mit 3D-Robotik eingesetzt werden. Dies erfordert hohe Investitionen in maßgeschneiderte Belichteranlagen mit entsprechend hohen Betriebskosten und langsamen Durchsatzzeiten und eventuell teurer thermischer Nachbehandlung, wie beispielsweise bei Dualcure-Formulierungen. Ein weiteres Problem herkömmlicher Lackierungsverfahren tritt bei der Verwendung pigmentierter oder mit Lichtschutzadditiven versehener Lackformulierungen auf. Letztere werden hauptsächlich bei Außenanwendungen eingesetzt. In

beiden Fällen kann es hier zu Wechselwirkungen mit dem zur Belichtung eingestrahlt Licht kommen, so zum Beispiel zur Absorption oder zur Streuung von UV-Licht. Dies wiederum hat zur Folge, daß wegen des „Abschattungseffektes“ des zur Aktivierung notwendigen Lichts eventuell eine nur unzureichende Aktivierung der Vernetzungsreaktion durch das Photoinitiatoren System erfolgt. Es ist somit sehr schwierig, zu einer homogenen Durchhärtung, insbesondere in tieferen Lackschichten, zu gelangen.

**[0004]** Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung und ein Verfahren bereitzustellen, mit deren Hilfe einfach und vergleichsweise schnell eine gleichmäßige Lackschicht ohne Auftreten oben dargelegter Probleme hergestellt werden kann.

**[0005]** Diese Aufgabe wird durch das erfindungsgemäße Verfahren nach Anspruch 1 und der entsprechenden erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Anspruch 10 gelöst. Zweckmäßige Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0006]** Das erfindungsgemäße Verfahren stellt ein Verfahren zur Herstellung mindestens einer Lackschicht, vorzugsweise einer gehärteten Lackschicht an mindestens einer Stelle einer Substratoberfläche dar, wobei das Verfahren mindestens die folgenden Schritte in der folgenden Reihenfolge aufweist:

- a) Initiieren mindestens einer Vernetzungsreaktion in mindestens einer reaktiven Lackformulierung;
- b) Aufbringen, vorzugsweise homogenes Aufbringen der mindestens einen reaktiven Lackformulierung vor Einsetzen der mindestens einen Vernetzungsreaktion an der mindestens einen Stelle der Substratoberfläche.

**[0007]** Dabei wird unter „Initiieren mindestens einer Vernetzungsreaktion“ verstanden, daß die Vernetzungsreaktion zu diesem Zeitpunkt zwar noch nicht läuft, in der mindestens einen reaktiven Lackformulierung aber ein Zustand geschaffen wird, aufgrund dessen nach einer gewissen Zeitspanne die Vernetzungsreaktion ablaufen wird.

**[0008]** Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich demgemäß insbesondere dadurch aus, daß die mindestens eine Vernetzungsreaktion im Gegensatz zu aus dem Stand der Technik bekannten Lackierungsverfahren nun bereits vor Aufbringung der Lackformulierung auf die zugehörige Substratoberfläche initiiert wird. Dies erlaubt eine homogene Initiierung der Vernetzungsreaktion und vermeidet so eine ungleichmäßige Vernetzung, so zum Beispiel von komplex geformten dreidimensionalen Substraten, bei denen oftmals bei herkömmlichen Lackierungsverfahren ein erheblicher Aufwand betrieben werden muß, um tatsächlich jede Stelle der zu lackierenden Oberfläche gleichermaßen zu behandeln, um so eine gleichmäßige Lackschicht zu erhalten.

**[0009]** In einer bevorzugten Ausführungsform des

erfindungsgemäßen Verfahrens wird in Schritt a) die Vernetzungsreaktion in der mindestens einen reaktiven Lackformulierung optisch initiiert. Vorzugsweise erfolgt dies durch UV-Belichtung oder Elektronenbestrahlung der mindestens einen reaktiven Lackformulierung. In einer dabei verwendbaren reaktiven Lackformulierung muß eine Vernetzungsreaktion optisch aktivierbar sein, so daß aus einer niederviskosen Lackformulierung eine hochviskose, mechanisch stabile Lackschicht entstehen kann.

**[0010]** Vorzugsweise umfaßt bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die mindestens eine reaktive Lackformulierung mindestens einen Photoinitiator. Dieser mindestens eine Photoinitiator kann mit entsprechend eingestrahlttem Licht in einer Weise wechselwirken, daß er dadurch in die Lage versetzt wird, die Vernetzungsreaktion in der mindestens einen Lackformulierung einzuleiten. Beispiele hierfür sind die optisch über Photoinitiatoren gestarteten Polymerisationen von niederviskosen Lackformulierungen reaktiver Monomere, Oligomere und Präpolymere oder die optische Vernetzung linearer Polymere mit reaktiven Seitenketten. Hier können unter anderem die radikalische Acrylatpolymerisation und die kationische Vinylether- oder Epoxidpolymerisation genannt werden. Die noch niederviskose Lackformulierung wird nun vor Aufbringen auf die betreffende Substratoberfläche mit Licht bestrahlt, vorzugsweise mit UV-Licht. Dabei ist es verhältnismäßig einfach, eine homogene UV-Belichtung zu erreichen. So kann zum Beispiel an der Ausspritzdüse für die reaktive Lackformulierung oder in der entsprechenden Zuleitung eine homogene Durchflutung mit UV-Licht dadurch vorgenommen werden, daß von verschiedenen Seiten belichtet wird oder die Zuleitung als UV-Lichtleiter ausgelegt ist. Vorteilhaft ist es hier auch, daß bei diesen kleinen Abmessungen bzw. Geometrien nicht nur mit konventionellen UV-Strahlern, sondern auch mit UV-Lasern gearbeitet werden kann. Letztere werden bevorzugt eingesetzt aufgrund ihrer einfachen Strahlführung und der Möglichkeit der optimalen Anpassung der Laserwellenlänge an die Absorption des in der reaktiven Lackformulierung enthaltenen Photoinitiatorsystems, wie sie beispielsweise in J.-P. Fouassier, *Photoinitiation, Photopolymerization and Photocuring*, Hanser Publishers, München, 1995 beschrieben sind.

**[0011]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in Schritt a) die Vernetzungsreaktion in der mindestens einen reaktiven Lackformulierung thermisch initiiert. Das bedeutet, daß hier die Vernetzungsreaktion innerhalb der mindestens einen reaktiven Lackformulierung durch Einstellen einer bestimmten Temperatur initiiert wird. Auch hier ist es, ebenso wie bei der optischen Initiierung, relativ einfach, die noch nicht auf das entsprechende Substrat aufgebrauchte Lackformulierung auf eine einheitliche, zur Initiierung der Vernetzungsreaktion nötige Temperatur zu bringen, was nach Aufbringen der Lackformulierung auf das Substrat erheblich

erschwert wird, nicht zuletzt auch aufgrund der möglichen thermischen Wechselwirkungen der Lackformulierung mit dem Substrat.

**[0012]** Vorzugsweise werden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren Vorkehrungen getroffen, die es ermöglichen, die Vernetzungsreaktion in der reaktiven Lackformulierung, die initiiert, eingeleitet und letztlich ablaufen soll, kinetisch zu steuern; entscheidend ist hierfür die Induktionsperiode, wie in J.-P. Fouassier, *Photoinitiation, Photopolymerization and Photocuring*, Hanser Publishers, München, 1995, S. 165, Figur 5.1 beschrieben. Durch die entsprechende kinetische Einstellung der Vernetzungsreaktion wird verhindert, daß die belichtete reaktive Lackformulierung nicht schon vor dem Auftreffen auf der entsprechenden Substratoberfläche und vor ihrem dortigen Verteilen, vorzugsweise homogenen Verteilen vernetzt und somit in einen Zustand übergeht, der ein gleichmäßiges Verteilen der Lackformulierung auf der Substratoberfläche erheblich erschweren würde. Die Zeitspanne zwischen der Initiierung der Vernetzungsreaktion und ihrem tatsächlichen Einsatz muß mindestens so groß sein, daß die noch niederviskose reaktive Lackformulierung zur Substratoberfläche gelangen und dort zu einem Film der gewünschten Homogenität verlaufen kann. Erst anschließend setzt die Vernetzungsreaktion ein, wodurch letztlich eine gehärtete Lackschicht erhalten wird. Diese weist alle mechanischen Eigenschaften auf, wie beispielsweise Kratzfestigkeit und Elastizität, sowie eine gute Chemikalienbeständigkeit, wie sie von den nach den bisherigen Verfahren hergestellten strahlungsgehärteten Lackschichten bekannt sind. Neben der Steuerung der Kinetik der Vernetzungsreaktion wird vorzugsweise auch darauf geachtet, daß die Initiierung, beispielsweise die UV-Belichtung der Lackformulierung, unmittelbar, d.h. etwa Sekundenbruchteile vor der Aufbringung der Lackformulierung auf das Substrat vorgenommen wird. Die Lackformulierung wird also erst kurz vor oder nach dem Verlassen der Aufbringeinheit belichtet, und es wird des weiteren vorzugsweise auf einen kurzen Abstand der Aufbringeinheit zur Substratoberfläche geachtet.

**[0013]** Vorzugsweise wird die Temperatur der reaktiven Lackformulierung derart eingestellt, daß die Vernetzungsreaktion auch nach ihrem Initiieren nicht sofort, sondern erst verzögert einsetzt. Dabei wird die reaktive Lackformulierung in der Weise präpariert, daß die notwendige Applikationsviskosität erhalten bleibt, so beispielsweise durch höhere Anteile an Reaktivverdünnern. Letztere gewähren auch noch bei erniedrigten Temperaturen ein homogenes Verteilen der Lackformulierung auf der entsprechenden Substratoberfläche. Vorzugsweise erfolgt nach der Aufbringung der kalten Lackformulierung auf das Substrat eine Temperung des Substrats auf bis zu 140 °C, vorzugsweise auf eine Temperatur unter 100 °C. Dadurch wird der Einsatz und der Verlauf der Vernetzungsreaktion beschleunigt.

**[0014]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungs-

form des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine ausreichend langsame Vernetzungsreaktion verwendet. Das bedeutet, daß man die reaktive Lackformulierung so wählt bzw. so synthetisiert, daß die darin auszulösende Vernetzungsreaktion genügend langsam abläuft, so daß nach ihrer Initiierung für die noch niederviskose Lackformulierung ausreichend Zeit bleibt, um zur entsprechenden Substratoberfläche zu gelangen und zu einem homogenen Film zu verlaufen. Ein Beispiel für einen solchen Reaktionstyp stellt die kationische Polymerisation dar. Nach J.-P. Fouassier, *Photoinitiation, Photopolymerization und Photocuring*, Hanser Publishers, München, 1995, S. 214, ist mit der Verwendung des Diglycidylethers von Bisphenol-A ein solches System gezeigt.

**[0015]** Weiterhin bevorzugt wird die Vernetzungsreaktion durch eine räumliche Trennung von Photoinitiatoren und den reaktiven, zu vernetzenden Lackformulierungsbestandteilen, wie beispielsweise reaktiven Monomeren und Präpolymeren, verzögert. Dabei wird dies vorzugsweise über Nanostrukturierung der Lackformulierung vorgenommen. Vorzugsweise werden beispielsweise die in der Lackformulierung enthaltenen Photoinitiatoren in Partikel eingebettet. Diese Partikel weisen hierbei vorzugsweise einen Durchmesser im nm- bis µm- Bereich, besonders bevorzugt im Bereich von 10nm bis 100µm auf. Somit kann die Vernetzungsreaktion um die Zeit verlangsamt werden, die die Photoinitiatoren bzw. ihre Spaltprodukte zum Herausdiffundieren aus den Partikeln benötigen. In einer anderen bevorzugten Ausführungsform werden die Photoinitiatoren nicht nur in Partikeln eingebettet, sondern in Latices oder Dendrimeren fixiert. Die Verzögerungszeit der Vernetzungsreaktion, die dadurch erreicht wird, entspricht nun der Zeit, die die reaktiven Bestandteile der Lackformulierung, wie beispielsweise reaktive Monomere oder Oligomere, zum Hineindiffundieren in die Latices benötigen.

**[0016]** In einer anderen bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die kinetische Steuerung der Vernetzungsreaktion über eine sogenannte Dualcure-Applikation erreicht. Eine Dualcure-Applikation bezeichnet ein Harzsystem, das nach zwei Mechanismen gehärtet werden kann, z.B. durch physikalische Trocknung und anschließende UV-Härtung, kombinierte UV- und Elektronenstrahl-Härtung, Kombination von Strahlungshärtung und Vernetzung über Isocyanate, evtl. in Kombination mit Alkoholen oder Aminen, wobei die Isocyanate ggfs. verkappt sein können; Kombination von Strahlungshärtung und Vernetzung über Epoxide, ggfs. mit Aminen, die verkappt sein können, oder über Säuren; Aminoharze, die sowohl säurehärtbar als auch thermisch härtbar sind; Sauerstoff-härtende Systeme, wie z.B. Allylverbindungen oder ungesättigte Fettsäureester von z.B. in der reaktiven Lackformulierung enthaltenen Epoxiden und NCO-Gruppen-haltigen Verbindungen auf der entsprechenden Substratoberfläche in Gegenwart einer

optisch aktivierbaren Säure oder Base, wie z.B. in J.-P. Fouassier, *Photoinitiation, Photopolymerization and Photocuring*, Hanser Publishers, München, 1995 erwähnt. Dies führt zu einer relativ schnellen Vorvernetzung der Epoxide und einer verzögerten Nachvernetzung über die NCO-Gruppen und die zuvor gebildeten OH-Reaktionsprodukte der Polyaddition. Es liegt somit letztlich eine doppelte Vernetzung vor. Auf diese Weise kann der Verlauf und die endgültige Vernetzung zeitlich aufeinander abgestimmt werden.

**[0017]** In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden durch die kinetische Steuerung der Vernetzungsreaktion, d.h. durch gezielte Reaktionsführung, die rheologischen Eigenschaften während der Applikationsphase der Lackformulierung auf der Substratoberfläche dynamisch eingestellt. Dadurch können Viskositätsmodifizier (Rheologieadditive) ersetzt werden, was wiederum typische Lackierprobleme wie beispielsweise die Ablaufneigung an senkrechten Flächen beseitigt.

**[0018]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zwischen Schritt a), d.h. dem Initiieren der Vernetzungsreaktion in mindestens einer reaktiven Lackformulierung, und Schritt b), nämlich dem homogenen Aufbringen der mindestens einen reaktiven Lackformulierung vor Einsetzen der Vernetzungsreaktion an mindestens einer Stelle der Substratoberfläche, ein weiterer Schritt a') eingeführt, nämlich ein Zumischen von mindestens einem UV-Schutzmittel zu der mindestens einen reaktiven Lackformulierung. Dabei werden die UV-Schutzmittel vorzugsweise in Reaktivverdünnern gelöst und kurz nach der UV-Belichtung der photoinitiatorhaltigen reaktiven Lackformulierung und kurz vor deren Aufbringen auf der Substratoberfläche in vorzugsweise turbulenter Strömung homogen zugemischt. Durch diese Art der Beimischung der UV-Schutzmittel entstehen keine Beeinträchtigungen der Homogenität der UV-Belichtung, d.h. die UV-Strahlungshärtung der Lackformulierung wird nicht beeinträchtigt, während gleichzeitig aber durch Zusatz der UV-Schutzmittel eine UV-Langzeitstabilisierung gewährleistet wird.

**[0019]** Vorzugsweise ist in einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zwischen Schritt a) und Schritt b) ein weiterer Schritt a") vorgesehen, in dem mindestens ein Pigment der mindestens einen reaktiven Lackformulierung zugemischt wird. Hierbei wird das Pigment, beispielsweise für Basecoats, vorzugsweise kurz nach dem Initiieren der Vernetzungsreaktion in der mindestens einen reaktiven Lackformulierung, beispielsweise durch UV-Belichtung einer photoinitiatorhaltigen Lackformulierung, und kurz vor Aufbringung derselben in turbulenter Strömung zugemischt. Das Pigment ist dabei vorzugsweise in Reaktivverdünnern dispergiert. Als Pigmente lassen sich hier beispielsweise die in J.-P. Fouassier, *Photoinitiation, Photopolymerization and Photocuring*, Hanser Publishers, München, 1995, S. 285 bis 297 beschriebene

nen verwenden; durch die nachträgliche Zumischung sind jedoch auch alle anderen konventionellen, mit der Strahlungshärtung nicht kompatiblen, weil absorbierend und damit nicht durchhärtbaren Pigmente, wie sie z.B. im Automobilbereich verwendet werden, denkbar. Durch diese Art der Beimischung eines Pigments wird insbesondere im Falle der Strahlungshärtung, d.h. der Initiierung der Vernetzungsreaktion durch Belichtung, insbesondere durch UV-Belichtung, diese in ihrer Homogenität nicht beeinträchtigt.

**[0020]** Vorzugsweise wird das erfindungsgemäße Verfahren auch zur Ausbesserung bzw. zur Reparatur von Lackschichten auf einer Substratoberfläche verwendet. Hierbei wird zum Aufbringen der mindestens einen reaktiven Lackformulierung vor Einsetzen der mindestens einen Vernetzungsreaktion an der mindestens einen Stelle der Substratoberfläche eine Handspritzpistole verwendet. Dabei ist die nötige lokale Aufbringung der Lackformulierung auf der Substratoberfläche, nämlich genau an der defekten bzw. auszubessernden Stelle gewährleistet. Darüber hinaus ist die Verwendung einer Handspritzpistole sehr praktisch und überall unmittelbar vor Ort möglich.

**[0021]** Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung auch eine Vorrichtung zur Herstellung mindestens einer vorzugsweise gehärteten Lackschicht an mindestens einer Stelle einer Substratoberfläche, wobei die erfindungsgemäße Vorrichtung mindestens die folgenden Elemente aufweist:

- a) mindestens einen Vorratsbehälter für mindestens eine reaktive Lackformulierung,
- b) mindestens eine Belichtungseinheit, bevorzugt eine UV-Belichtungseinheit, weiter bevorzugt einen UV-Laser, und
- c) mindestens eine Applikationseinheit mit einer Düse, insbesondere ein Sprühkopf und/oder
- d) eine Glocke für eine elektrostatische Applikation (ESTA-Glocke), wobei die mindestens eine Belichtungseinheit so ausgebildet ist, daß die in der mindestens einen Belichtungseinheit generierte Strahlung in der mindestens einen Applikationseinheit mit der reaktiven Lackformulierung in Kontakt gebracht wird.

**[0022]** In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist mindestens ein Lichtleiter vorgesehen, mit dessen Hilfe das in der mindestens einen Belichtungseinheit generierte Licht in der mindestens einen Applikationseinheit mit der reaktiven Lackformulierung in Kontakt gebracht wird. Dieser mindestens einen, vorzugsweise mehrere Lichtleiter, vorzugsweise UV-Lichtleiter werden kurz vor der Düse der Applikationseinheit eingebracht. Bei der Applikationseinheit handelt es sich vorzugsweise um einen Sprühkopf oder um eine ESTA-Glocke. Mittels der Lichtleiter wird ohne großen Aufwand eine homogene Belichtung, insbesondere UV-Belichtung, der reaktiven Lackformu-

lierung kurzzeitig vor Verlassen der Applikationseinheit erreicht. Man kann hierbei konventionelle Aufbringanlagen, beispielsweise Lackierroboter, verwenden und diese mit einer fasergekoppelten Belichtung, vorzugsweise einer fasergekoppelten UV-Belichtung nachrüsten. Dadurch werden erhebliche Investitionskosten und Betriebskosten eingespart, da teure Einbrennöfen und Flächenbelichter entfallen. Auch aus ökologischer Sicht ist dieser minimale Energieaufwand als erheblicher Vorteil gegenüber dem Stand der Technik zu sehen. Alle weiteren positiven Eigenschaften der Strahlungslackierung, wie beispielsweise Lösungsmittelfreiheit und Fehlen von Monomeremission, bleiben erhalten. Des weiteren steigt auch der Durchsatz, da der geschwindigkeitsbestimmende Schritt unter Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung die Applikation der reaktiven Lackformulierung, wie beispielsweise das Aufsprühen der reaktiven Lackformulierung auf die Substratoberfläche, und nicht mehr zusätzlich, wie bisher, die zum Teil langwierige Belichtung ist. Außerdem beträgt der Platzbedarf einer erfindungsgemäßen Vorrichtung einen Bruchteil des Platzbedarfs einer bisher verwendeten Anlage. Damit ist man bei einem beliebigen Lackiervorgang wesentlich flexibler in der Handhabung. So ist es beispielsweise in der Autoindustrie von großem Vorteil, den Lackiervorgang auch aufengerem Raum durchführen zu können.

**[0023]** Ebenso betrifft die vorliegende Erfindung auch eine Lackschicht, die durch ein Verfahren, wie oben beschrieben, herstellbar ist.

**[0024]** Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in Verbindung mit der entsprechenden Fig. Es zeigt:

Fig. 1 Schematischer Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Herstellung mindestens einer gehärteten Lackschicht an mindestens einer Stelle einer Substratoberfläche.

**[0025]** In Figur 1 ist schematisch der Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gezeigt. Über eine Zuführung 5 wird die mindestens eine reaktive Lackformulierung aus einem Vorratsbehälter in die mit einer Düse 6 versehene Applikationseinheit geleitet. Unmittelbar vor dem Düsenausgang sind zwei Lichtleiter 3 und 4, vorzugsweise UV-Lichtleiter angebracht. Von der Belichtungseinheit 1, bei der es sich vorzugsweise um einen UV-Belichter, besonders bevorzugt um einen UV-Laser, handelt, wird das Licht durch einen an der Belichtungseinheit angeordneten Verschuß 2, an dem die Lichtleiter 3, 4 angebracht sind, über diese beiden Lichtleiter 3, 4 zur Applikationseinheit geleitet, und zwar unmittelbar vor die Düse 6 der Applikationseinheit. Durch diese hier dargestellte erfindungsgemäße Anordnung der Lichtleiter 3, 4 wird eine homogene UV-Belich-

tung der reaktiven Lackformulierung kurz vor Verlassen der Applikationseinheit unmittelbar an der Ausgangsöffnung der Düse 6 erreicht. Die Vernetzungsreaktion in der reaktiven Lackformulierung wird somit an dieser Stelle initiiert. Die Vernetzungsreaktion wird dabei so gewählt oder mit Hilfe anderer Methoden kinetisch so gesteuert, daß sie an dieser Stelle, d.h. unmittelbar vor der Ausgangsöffnung der Düse 6 initiiert, aber noch nicht eingeleitet wird oder abläuft. Die Applikationseinheit wird in einem kurzen Abstand zur betreffenden, zu lackierenden Substratoberfläche angeordnet. Somit soll sichergestellt werden, daß die Zeitspanne zwischen UV-Belichtung der reaktiven Lackformulierung kurz vor der Ausgangsöffnung der Düse 6 und dem Auftreffen der reaktiven Lackformulierung auf der Substratoberfläche ausreichend groß ist, so daß die noch nicht vernetzte Lackformulierung noch ausreichend Zeit hat zu einer homogenen Schicht auf der Substratoberfläche zu verlaufen. Erst anschließend wird durch die einsetzende Vernetzungsreaktion eine gehärtete Lackschicht erhalten, die alle Eigenschaften, wie zum Beispiel Kratzfestigkeit und Elastizität, sowie eine gute Chemikalienbeständigkeit besitzt, wie sie von strahlungsgehärteten Lackschichten bekannt sind.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung mindestens einer Lackschicht an mindestens einer Stelle einer Substratoberfläche, das mindestens die folgenden Schritte in der folgenden Reihenfolge aufweist:
  - a) Initiieren mindestens einer Vernetzungsreaktion in mindestens einer reaktiven Lackformulierung;
  - b) Aufbringen der mindestens einen reaktiven Lackformulierung vor Einsetzen der mindestens einen Vernetzungsreaktion an der mindestens einen Stelle der Substratoberfläche.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in Schritt a) die Vernetzungsreaktion der mindestens einen reaktiven Lackformulierung optisch initiiert wird, insbesondere durch UV-Belichtung.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die reaktive Lackformulierung mindestens einen Photoinitiator umfaßt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vernetzungsreaktion kinetisch steuerbar ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die kinetische Steuerung der Vernetzungsreaktion über Variation der Temperatur der reaktiven Lackformulierung erfolgt und/oder über Verwendung einer ausreichend langsam ablaufenden Vernetzungsreaktion, insbesondere einer kationischen Polymerisation, und/oder über ein räumliches Trennen des mindestens einen Photoinitiators von den zu vernetzenden Lackformulierungsbestandteilen und/oder über Verringerung der Reaktivität des mindestens einen Photoinitiators.
6. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß das räumliche Trennen des mindestens einen Photoinitiators von den zu vernetzenden Lackformulierungsbestandteilen durch eine Nanostrukturierung der Lackformulierung erreicht wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren nach Schritt a) und vor Schritt b) mindestens den folgenden weiteren Schritt aufweist:
  - a') Zumischen von mindestens einem UV-Schutzmittel zu der mindestens einen reaktiven Lackformulierung.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren nach Schritt a) und vor Schritt b) mindestens den folgenden weiteren Schritt aufweist:
  - a'') Zumischen von mindestens einem Pigment zu der mindestens einen reaktiven Lackformulierung.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in Schritt b) das Aufbringen der mindestens einen reaktiven Lackformulierung vor Einsetzen der mindestens einen Vernetzungsreaktion an der mindestens einen Stelle der Substratoberfläche mit Hilfe einer Hand-spritzpistole erfolgt.
10. Vorrichtung zur Herstellung mindestens einer Lackschicht an mindestens einer Stelle einer Substratoberfläche, die mindestens die folgenden Elemente aufweist:
  - a) mindestens einen Vorratsbehälter für mindestens eine reaktive Lackformulierung,
  - b) mindestens eine Belichtungseinheit, bevorzugt eine UV-Belichtungseinheit, weiter bevorzugt einen UV-Laser, und
  - c) mindestens eine Applikationseinheit mit einer Düse, insbesondere ein Sprühkopf und/oder
  - d) eine Glocke für eine elektrostatische Applikation (ESTA-Glocke),

dadurch gekennzeichnet, daß  
die mindestens eine Belichtungseinheit so ausgebildet ist, daß die in der mindestens einen Belichtungseinheit generierte Strahlung in der mindestens einen Applikationseinheit mit der mindestens einen reaktiven Lackformulierung in Kontakt gebracht wird. 5

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Lichtleiter verwendet wird, um das in der mindestens einen Belichtungseinheit generierte Licht in der mindestens einen Applikationseinheit mit der mindestens einen reaktiven Lackformulierung in Kontakt zu bringen. 10

15

12. Lackschicht, herstellbar durch ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9.

20

25

30

35

40

45

50

55

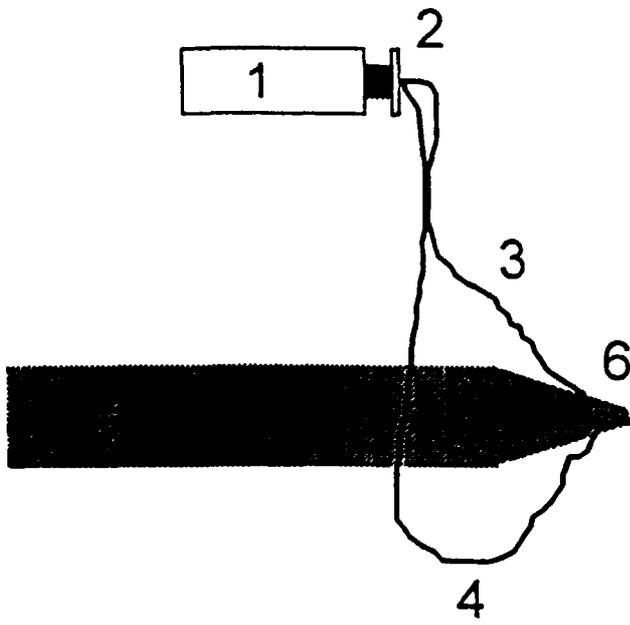


FIG. 1