



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>: B 05 D 1/06  
B 05 D 3/00  
B 05 D 5/00

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑪

**644 283**

<p>⑳ Gesuchsnummer: 6933/79</p> <p>㉒ Anmeldungsdatum: 28.06.1979</p> <p>㉓ Priorität(en): 29.06.1978 DD 206359</p> <p>㉔ Patent erteilt: 31.07.1984</p> <p>㉕ Patentschrift veröffentlicht: 31.07.1984</p>	<p>㉗ Inhaber: Kombinat VEB Elektrogerätewerk Suhl VEB Elektrowärme Sörnewitz, Sörnewitz/Meissen (DD)</p> <p>㉘ Erfinder: Dr. Wolfgang Kleber, Dresden (DD) Dr. Dieter Auerbach, Dresden (DD) Dr. Helmut Bauch, Dresden (DD) Renate Friedrich, Leipzig (DD) Gerhard Muster, Coswig (DD) Herbert Kümmel, Weinböhla (DD)</p> <p>㉙ Vertreter: A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG, Patentanwälte, Basel</p>
---	---

⑤④ **Verfahren zur elektrostatischen Beschichtung von Werkstücken, die ganz oder teilweise aus Isolierstoff bestehen.**

⑤⑦ Auf dem Werkstück wird eine elektrostatisch halbleitende Oberflächenschicht erzeugt, die einen Oberflächenwiderstand von  $10^9$  bis  $10^{12}$  Ohm hat. Danach wird ein fließfähiger, insbesondere pulverförmiger Stoff mit einem Beschichtungsgerät aufgetragen, das eine elektrisch aufgeladene Teilchenwolke des zerstäubten Beschichtungsstoffes erzeugt. Vorzugsweise arbeitet das Beschichtungsgerät nach dem Prinzip der elektrokinetischen Aufladung.

Die elektrostatisch halbleitende Oberflächenschicht kann durch Aufdiffundieren vorher beigemischter antistatischer Zusätze oder durch Auftragen einer entsprechenden Lösung erzeugt werden.

Das Verfahren ermöglicht die Erhaltung der isolierenden Eigenschaften der Werkstücke. Anwendungsgebiete sind das Auftragen organischer Schutzschichten auf Isolierstoffteile an Maschinen und Haushaltgeräten, die Herstellung von Plastüberzügen auf Gegenständen aus Glas, Keramik oder Porzellan sowie die Zweit- oder Nachbeschichtung von bereits plastbeschichteten Werkstücken.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur elektrostatischen Beschichtung von Werkstücken, die ganz oder teilweise aus Isolierstoff bestehen, dadurch gekennzeichnet, dass man auf dem Werkstück eine elektrostatisch halbleitende Oberflächenschicht, die einen Oberflächenwiderstand von  $10^9$  bis  $10^{12}$  Ohm hat, erzeugt und danach einen fließfähigen Stoff mit Hilfe eines Beschichtungsgerätes aufträgt, das eine Wolke elektrisch aufgeladener Teilchen des Beschichtungsstoffes erzeugt, die luftionenarm ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man als fließfähigen Stoff einen pulverförmigen Stoff verwendet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass man ein Beschichtungsgerät verwendet, das nach dem Prinzip der elektrokinetischen Aufladung arbeitet.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass man zur Erzeugung der elektrostatisch halbleitenden Oberflächenschicht dem Isolierstoff vor der formgebenden Verarbeitung antistatisch wirkende Zusätze beimischt und während oder nach der Formgebung die erzeugten Werkstücke einem Erwärmungsprozess aussetzt, bei dem die antistatischen Zusätze an die Oberfläche diffundieren.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass man zur Erzeugung der elektrostatisch halbleitenden Oberflächenschicht dem Isolierstoff vor der formgebenden Verarbeitung antistatisch wirkende Zusätze beimischt und nach der Formgebung die erzeugten Werkstücke über einen Zeitraum von mindestens einem Tag ablagert, während dessen die antistatischen Zusätze an die Oberfläche diffundieren.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass man zur Erzeugung der elektrostatisch halbleitenden Oberflächenschicht auf den Isolierstoff eine wässrige Lösung aufträgt, die 1 bis 10 Gew.-% einer quartären Ammoniumverbindung und 0 bis 5 Gew.-% eines Entschäumungsmittels enthält.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass man zur Erzeugung der elektrostatisch halbleitenden Oberflächenschicht auf den Isolierstoff eine Mischung auf der Basis organischer Lösungsmittel aufträgt, die 5 bis 40 Gew.-% einer quartären Ammoniumverbindung und 95 bis 60 Gew.-% eines Esters niederer aliphatischer Monokarbonsäure, vorzugsweise Butylazetat, enthält.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass man das Werkstück vor der elektrostatischen Beschichtung einer thermischen Behandlung aussetzt und den Beschichtungsstoff auf das eine Restwärme aufweisende Werkstück aufträgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass man die Werkstücke vor der Beschichtung an einer Aufhängevorrichtung befestigt, die ganz oder teilweise aus Isolierstoff besteht und auf den Isolierstoffteilen dieser Vorrichtung vor dem Aufhängen der Werkstücke oder gleichzeitig mit der Erzeugung einer elektrostatisch halbleitenden Oberflächenschicht auf den angehängten Werkstücken ebenfalls eine elektrostatisch halbleitende Oberflächenschicht erzeugt.

Beim elektrostatischen Beschichten wird das Beschichtungsmaterial bekanntlich in Pulver- oder anderer fließfähiger Form unter Ausnutzung der Kräfte eines elektrischen Feldes auf das Werkstück aufgetragen und in einer abschliessenden Wärmebehandlung getrocknet bzw. eingeschmolzen. Anwendungsgebiet dieses Verfahrens ist die Beschichtung von Teilen aus Formpressstoffen, Kunststoffen oder anderen Isolierstoffen, z. B. für Maschinen und Haushaltgeräte wie Handgriffe, Gehäuse und Abdeckhauben. Es dient vor allem der Erzeugung abriebfester bzw. chemisch widerstandsfähiger Oberflächen und/oder Oberflächen mit dekorativer Wirkung. Ferner findet das Verfahren zur Beschichtung von Sanitäreinrichtungen aus Keramik, Glas oder Porzellan Anwendung. Es ermöglicht auch die elektrostatische Beschichtung von metallischen Gegenständen mit Oberflächenbereichen aus Isolierstoff, die z. B. beim Ausbessern von Lunkern durch Spachteln mit Kunststoffen entstehen, sowie für die erneute Beschichtung von bereits mit einem nichtleitenden Überzug versehenen Werkstücken.

Zur elektrostatischen Beschichtung von Werkstücken aus Isolierstoff ist es bekannt, die Werkstücke durch vorheriges Auftragen einer leitfähigen Grundsicht vorzubehandeln und so den elektrostatischen Pulver- oder Farbauftrag wie bei einem metallischen Gegenstand zu ermöglichen (DE-OS 2 450 260; JP-PS 50-7635). Bedingung für die Funktionsfähigkeit ist dabei, dass der Oberflächenwiderstand des mit der leitfähigen Grundsicht versehenen Werkstückes kleiner als  $10^8$  Ohm ist. Dieses Verfahren hat den Nachteil, dass bei dieser Oberflächenvorbehandlung die aufgetragene leitfähige Grundsicht nach der Beschichtung als leitfähiger Untergrund vollständig oder teilweise erhalten bleibt und dadurch die so behandelten Oberflächen von Isolierstoffen zur Bildung von elektrischen Kriechstrecken neigen. Deshalb sind sie für viele Anwendungsbereiche ungeeignet, z. B. beim Einsatz der Werkstücke in Verbindung mit elektrischen Bauteilen oder zur Schichtisolierung.

Weiterhin neigen die zur Erzeugung der leitfähigen Grundsicht eingesetzten Mittel dazu, durch Austritt von Lösungsmitteln während der thermischen Nachbehandlung in dem sich bildenden Überzug Poren und Blasen zu verursachen und so die Schichtqualität zu beeinträchtigen. Derartige Schichtstörungen können auch durch Rücksprühen während des elektrostatischen Beschichtens infolge hervorstehender Kanten oder Spitzen bzw. ungleicher Oberflächenleitfähigkeit hervorgerufen werden. Ein weiterer Nachteil der genannten Methode besteht darin, dass sie aus sicherheitstechnischen Gründen in vielen Fällen nicht einsetzbar ist. Zumindest erfordert sie aber zusätzliche Erdungskontrolleinrichtungen. Dies resultiert daraus, dass die Oberfläche zwar leitfähig, aber infolge der meist punktförmigen Aufhängung in abgeschirmten Bereichen des Werkstückes, die auch für das Vorbehandlungsmittel schwer zugänglich sind, kein ausreichend niedriger Erdungswiderstand gewährleistet ist.

Daher kann es bei der elektrostatischen Beschichtung an den Aufhängestellen zur Bildung zündfähiger Funkenentladungen kommen.

Ferner ist es bekannt, ein Mittel zur Oberflächenbehandlung von Isolierstoffen anzuwenden, das Pigmente enthält, die vor der Beschichtung durch eine Strahlenenergie aktiviert werden und dadurch eine leitfähige Oberfläche mit einem Oberflächenwiderstand kleiner  $10^8$  Ohm erzeugen (DE-OS 2 042 778). Der Einsatz dieser Mittel und der dazu erforderlichen Strahlungserzeuger ist jedoch ökonomisch ineffektiv. Hinzu kommt, dass die oben beschriebenen Nachteile ebenfalls auftreten; dies gilt auch für die Gefahr einer Funkenbildung. Sie ergibt sich daraus, dass Bereiche um den Aufhängepunkt durch ihre in der Regel abgeschirmte Lage

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur elektrostatischen Beschichtung von Werkstücken, die ganz oder teilweise aus Isolierstoff bestehen.

einer geringeren Strahlungsdosis ausgesetzt sind und unter Umständen nicht genügend aktiviert werden.

Die ebenfalls bekannten Verfahren zur Plastmetallisierung durch Metallbedampfen, elektrolytische Abscheidung oder Graphitierung erfordern einen hohen anlagentechnischen Aufwand und weisen die gleichen Nachteile auf wie die vorstehend beschriebenen Verfahren; dies gilt besonders für solche Werkstücke, die für elektrische Einrichtungen und Geräte bestimmt sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, die elektrostatische Beschichtung von Werkstücken, die ganz oder teilweise aus Isolierstoff bestehen, zu ermöglichen, ohne dass dabei deren isolierende Eigenschaften beeinträchtigt werden, wie z. B. durch vorheriges Auftragen einer elektrisch leitfähigen Schicht. Weiterhin soll sie das Entstehen zündfähiger Funkenentladungen an der Werkstückoberfläche verhindern.

Das erfindungsgemässe Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass man auf dem Werkstück eine halbleitende Oberflächenschicht, die einen Oberflächenwiderstand von  $10^9$  bis  $10^{12}$  Ohm hat, erzeugt und danach einen fließfähigen, insbesondere pulverförmigen Stoff mit Hilfe eines Beschichtungsgerätes aufträgt, das eine Wolke elektrisch geladener Teilchen des zerstäubten Beschichtungstoffes erzeugt, die luftionenarm ist. Vorzugsweise verwendet man ein Beschichtungsgerät, das nach dem Prinzip der elektrokinetischen Aufladung arbeitet.

Unter «elektrostatisch halbleitend» im Sinne der Erfindungsdefinition soll im vorliegenden Fall nicht Störstellenleitfähigkeit wie z. B. bei Silizium, sondern die bei ohmschen Oberflächenwiderständen der genannten Grössenordnung geringe elektrische Leitfähigkeit verstanden sein. Die Bezeichnung soll mit einem leicht verständlichen Begriff eine Oberflächenschicht definieren, die bei dem Oberflächenwiderstand von  $10^9$  bis  $10^{12}$  Ohm zwar nicht mehr als elektrisch leitend angesehen wird, aber auch nicht den für elektrische Isolierstoffe charakteristischen hohen Widerstandswert aufweist. Die Leitfähigkeit der elektrostatisch leitfähigen Oberflächenschicht reicht vielmehr aus, dass über den Erdkontakt der Werkstückaufhängung so viel Ladungseinheiten entgegengesetzter Polarität zur Ladung der Teilchen des Beschichtungstoffes auf die Werkstückoberfläche fliesen, dass die Ladung der aufgespritzten Teilchen kompensiert wird.

Der oben angegebene Wert des Oberflächenwiderstandes gilt für eine Messanordnung mit zwei im Abstand von 1 cm angeordneten 10 cm langen Schneidenelektroden. Es wurde nämlich gefunden, dass derartige, elektrisch noch nicht leitende Oberflächen dann elektrostatisch beschichtet werden können, wenn für den Auftrag des pulverförmigen oder anderen fließfähigen Überzugmaterials Beschichtungsgeräte eingesetzt werden, die eine Wolke elektrisch aufgeladener Teilchen des zerstäubten Beschichtungstoffes erzeugen. Dadurch tritt nur ein Ladungstransport vom Beschichtungsgerät zum Werkstück durch die aufgeladenen Teilchen allein ein. Dagegen wird nicht noch zusätzlich durch einen Luftionenstrom Ladung zum Werkstück transportiert, so dass auf eine elektrisch leitfähige Schicht verzichtet werden kann.

Zu den verwendbaren Beschichtungsgeräten zählen Sprühgeräte mit innerer Aufladung, also ohne nach aussen wirkende Koronaelektrode, z. B. mit elektrokinetischer Pulveraufladung (DD-PS 106 308), oder Wirbelbetтанlagen mit elektrokinetischen Aufladeorganen (DD-PS 113 289) oder mit während der Beschichtung ausgeschalteten Aufladeelektroden (DD-PS 123 644). Die elektrostatisch halbleitende Oberflächenschicht des Isolierstoffes kann gemäss einer Ausführungsform der Erfindung dadurch erzeugt werden, dass dem Isolierstoff vor der formgebenden Verarbeitung anti-

oder nach der Formgebung die erzeugten Werkstücke einem Erwärmungsprozess ausgesetzt werden, bei dem die anti-statischen Zusätze an die Oberfläche diffundieren. Dieser Prozess des Ausdiffundierens kann auch durch Ablagerung des Werkstückes während eines Zeitraums von einem Tag oder länger erzeugt werden.

Eine andere Möglichkeit der Erzeugung einer elektrostatisch halbleitenden Oberflächenschicht auf Isolierstoffen besteht darin, auf das Werkstück eine wässrige Lösung, die 10 bis 10 Gew.-% einer quartären Ammoniumverbindung von 0 bis 5% eines Entschäumungsmittels enthält, oder eine Mischung auf Basis organischer Lösungsmittel, die 5 bis 40 Gew.-% einer quartären Ammoniumverbindung und 95 bis 60 Gew.-% eines Esters niederaliphatischer Monokarbonsäure – vorzugsweise Butylazetat – enthält, aufzutragen. Dabei kann das Auftragen nach bekannten Methoden erfolgen, z. B. Spritzen, Tauchen, Streichen oder Dämpfen. Durch thermisches Trocknen des Werkstückes und Auftragen der pulverförmigen Stoffe auf die noch über eine Restwärme verfügbaren Werkstücke kann der Effekt verstärkt werden.

Eine verfahrensförderliche Massnahme besteht darin, die aus Isolierstoff bestehenden Werkstücke vor der Beschichtung mittels einer Aufhängeeinrichtung zu befestigen, die zumindest in dem mit dem Werkstoff in Berührung kommenden Bereich ebenfalls aus Isolierstoff besteht. Dabei wird die Oberfläche des Isolierstoffes der Aufhängeeinrichtung entweder vor dem Aufhängen der Werkstücke oder gleichzeitig mit der Erzeugung einer elektrostatisch halbleitenden Oberflächenschicht auf den angehängten Werkstücken ebenfalls nach einem der beschriebenen Verfahren mit einer elektrostatisch halbleitenden Oberflächenschicht versehen.

Der Vorteil des erfindungsgemässen Verfahrens besteht darin, dass es die elektrostatische Beschichtung von Isolierstoffen erlaubt, ohne dass deren Oberfläche vorher mit einem leitfähigen Belag versehen werden muss. Die Anwendung einer elektrostatisch halbleitenden Oberflächenschicht beeinträchtigt dagegen nicht den späteren Einsatz der Werkstücke in Verbindung mit elektrischen Geräten und Apparaten, da die so behandelten Materialien weiterhin zu den elektrischen Isolierstoffen zählen. Mit der Anwendung des Verfahrens ist auch eine Erhöhung der technischen Sicherheit verbunden, weil sich bei der elektrostatischen Beschichtung von Isolierstoffen mit einem Oberflächenwiderstand grösser  $10^9$  Ohm von diesen keine zündfähigen Funkenentladungen ausbilden können. Ausserdem wird die Qualität des Überzuges verbessert, weil infolge der nur elektrostatisch halbleitenden Oberflächenschicht hervorstehende Kanten und Spitzen in weit geringerem Masse zu Feldinhomogenität führen und Rücksprüherscheinungen nicht mehr auftreten. Dadurch wird eine hohe Gleichmässigkeit der Schichtdicke erreicht. Die Entstehung von Poren oder Kratern durch Rücksprühen wird ausserdem unterdrückt. Letzteres wird auch dadurch bewirkt, dass während der thermischen Nachbehandlung Lösungsmittel nicht in zur Poren- oder Kraterbildung führender Menge austreten, da die Dicke der elektrostatisch halbleitenden Schicht vorzugsweise in molekularen Dimensionen liegt.

Verschiedene Ausführungsbeispiele zeigen nachstehend unterschiedliche Varianten des erfindungsgemässen Verfahrens.

#### Beispiel 1

Zunächst wird die Erfindung am Beispiel der elektrostatischen Beschichtung eines Gehäuses aus Polyester erläutert. Die Herstellung des beschichteten Teiles erfolgt in nachstehenden Verfahrensschritten:

Zunächst wird vor der Verarbeitung im Extruder dem Ausgangsmaterial ein antistatisch wirkendes Mittel, z. B. ali-

phatische Aminverbindungen oder Alkylsulfonat, in einer Menge von 0,02 bis 2 Gew.-% beigemischt. Danach erfolgt das Pressen in der Form unter Temperatureinwirkung, so dass das antistatische Mittel beschleunigt an die Oberfläche diffundiert. Daran schliesst sich die elektrostatische Plastbeschichtung an, wobei die Teile auf ein geerdetes Gehänge aus Metall aufgesteckt und in ein Wirbelbett getaucht werden, aus dessen Pulverfüllung zum Zwecke der elektrischen Aufladung ständig Pulver abgesaugt und nach erfolgter elektrischer Aufladung dem Wirbelbehälter wieder zugeführt wird.

#### Beispiel 2

Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist die elektrostatische Pulverbeschichtung eines Gehäuseteils aus Formpressstoff. Dieses wird zunächst an einer Aufhängeeinrichtung mit Kunststoffhaken befestigt. Durch Tauchen des Gehänges in eine Lösung, die aus einer Mischung von 5 Gew.-% Dimethylaminoessigsäuredodecylamidchlorid und 95 Gew.-% Wasser besteht, wird dann auf den Gehäuseteilen und den Haken eine elektrostatisch halbleitende Oberflächenschicht erzeugt. Nach einer gewissen Abtropf- und Abdunstzeit erfolgt mittels Sprühgeräten mit elektrokinetischer Pulveraufladung das elektrostatische Auftragen einer Epoxidharz-Pulverschicht, die in bekannter Weise durch eine thermische Nachbehandlung im Einbrennofen eingeschmolzen und ausgehärtet wird. Im vorgenannten Ausführungsbeispiel können grössere Schichtdicken oder Überzüge mit höherer Gleichmässigkeit der Schichtdicke dadurch erzielt werden, dass das Werkstück vor der Beschichtung bei Temperaturen um oder wenig über 100 °C getrocknet wird und der Pulverauftrag auf das noch eine Restwärme aufweisende Werkstück erfolgt.

#### Beispiel 3

Ein anderes Ausführungsbeispiel besteht darin, eine nochmalige elektrostatische Beschichtung von bereits mit einem Lack- oder Kunststoffüberzug versehenen Werkstücken aus Metall oder Isolierstoff zum Zwecke der Ausbesserung von Oberflächenfehlern oder zur Erzeugung grösserer Schichtdicken vorzunehmen. Auf diesen Werkstücken wird vor der zweiten Beschichtung durch Aufsprühen einer organischen Lösung, die 85 Gew.-% Butylazetat und 15 Gew.-% Dimethylaminoessigsäuredodecylamidchlorid enthält, eine elektrostatisch halbleitende Oberflächenschicht erzeugt und danach der pulverförmige Beschichtungsstoff mittels luftionenarmer Sprühpistolen, die keine nach aussen wirkende Koronaelektrode haben, sondern das Pulver mittels im Inneren des Sprühgerätes angeordneter Auflade- und Gegenelektrode elektrisch aufladen, aufgetragen. Das Einschmelzen und Aushärten erfolgt dann in bekannter Weise

#### Beispiel 4

Ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen Verfahrens ist die elektrostatische Plastbeschichtung von Gussteilen, bei denen Lunken und andere Oberflächenunregelmässigkeiten mit elektrisch isolierenden Spachtelmassen ausgeglichen werden. Durch Überstreichen der gespachtelten Oberflächenbereiche mit einer Lösung der beschriebenen Art wird an diesen Stellen eine elektrostatisch halbleitende Oberflächenschicht erzeugt. Nach dem Abtrocknen, das gegebenenfalls durch Erwärmen unterstützt wird, erfolgt die Beschichtung des Werkstückes durch Eintauchen in ein Wirbelbett mit elektrokinetischer Pulveraufladung oder mittels eines anderen Beschichtungsgerätes, das eine luftionenarme Wolke elektrisch geladener Teile des Beschichtungsstoffes erzeugt.