



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 27 699 T2** 2006.07.06

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 112 183 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 27 699.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/09556**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 922 764.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/015433**

(86) PCT-Anmeldetag: **30.04.1999**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **23.03.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **04.07.2001**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **12.10.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.07.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B32B 37/00** (2006.01)  
**C09K 19/38** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**151536 11.09.1998 US**

(73) Patentinhaber:  
**Northrop Grumman Corp., Los Angeles, Calif., US**

(74) Vertreter:  
**derzeit kein Vertreter bestellt**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:  
**CLARKE, A., James, Greenlawn, US**

(54) Bezeichnung: **IN SITU-FLÜSSIGKRISTALLPOLYMERBESCHICHTUNG FÜR VULKANISIERTE VERBUNDWERKSTOFFSTRUKTUR**

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**

## GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich im Allgemeinen auf Zusammensetzungen und auf Verfahren zum Herstellen von Beschichtungen auf Substraten, spezifischer gesehen bezieht sie sich auf Flüssigkristallpolymere für ein in situ vorgenommene Beschichten von ausgehärteten Verbundwerkstoffstrukturen und auf Verfahren zum Auftragen derselben.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** So wie dies gut bekannt ist, können Verbundwerkstoffstrukturen, die an dem Äußeren von Schiffen und von Flugzeugen angebracht sind, eine wesentliche Qualitätsverschlechterung und Beschädigung dadurch erfahren, dass sie Erosions-Korrosions-Angriffen ausgesetzt sind. Unter diesem Gesichtspunkt unterliegen solche Strukturen konstant unter anderen Dingen der Oxidation, der Feuchtigkeit, dem Bewuchs, der Salzbespritzung, der UV-Strahlung, den Chemikalien sowie hohen und niedrigen Temperaturen, welche dazu führen können, dass solche Strukturen im Laufe der Zeit eine merkliche Qualitätsverschlechterung und eine Beschädigung erfahren. Als Konsequenz davon müssen solche strukturellen Komponenten konstant repariert oder ersetzt werden, um auf diese Weise die Möglichkeit auszuschließen, dass ein gegebenes Schiff oder Flugzeug dauerhaft beschädigt wird, wenn nicht sogar zerstört wird.

**[0003]** Bei dem Versuch, den durch die Ermüdung und durch die Umweltaussetzung verursachten Schäden an solchen Verbundkomponenten zu verhindern, ist eine Vielfalt von Beschichtungsstoffen und Beschichtungsverfahren zum Auftragen derselben auf solche Verbundkomponenten entwickelt worden, dies um deren Dauerhaftigkeit zu verbessern. Unter solchen den Experten gut bekannten Verfahren befindet sich das thermische Spritzen, welches die Zugabe von Partikeln eines Ausgangsmaterials, typischerweise eines polymerähnliches Materials, in eine Hochenergie-Wärmequelle umfasst, welche die Partikel, während sie sich in einem halbflüssigen Zustand befinden, auf die Oberfläche der Komponente befördert, welche man zu schützen sucht. Wenn die Partikel erst einmal auf die Oberfläche, die man zu schützen sucht, drauf befördert worden sind, dann kühlen die Partikel ab, und durch das wiederholte Auftragen einer großen Anzahl von solchen Partikeln baut sich eine Ablagerung auf. Unter solchen Substanzen, welche zum Herstellen von Schutzbeschichtungen mit Hilfe des thermischen Spritzens verwendet werden, gehören; Polyurethan, Polyethylen, Polyacrylnitril, Polyvinylchlorid und Ethylenvinylalkohol.

**[0004]** Obwohl eine jede der zuvor erwähnten Verbindungen für ein Auftragen mit Hilfe des thermischen Spritzens geeignet ist, versagen solche Verbindungen in typischer Weise, wenn es darum geht einen adäquaten Schutzgrad für diejenige Oberfläche zu liefern, auf welche dieselben aufgetragen werden. Unter diesem Gesichtspunkt verpasst es eine jede der zuvor erwähnten Verbindungen, eine ausreichend fachmännische Barriere gegen das Eindringen entweder von Sauerstoff oder von Wasserdampf zu liefern. Zum Beispiel, obwohl Ethylenvinylalkohol ein hohes Maß an Widerstand gegenüber dem Eindringen von Sauerstoff liefert, versagt eine solche Verbindung im Allgemeinen dabei einen ausreichend hohen Grad an Widerstand gegen das Eindringen von Wasserdampf zu liefern. Polyvinylidchlorid verschafft andererseits ein hohes Maß an Widerstand gegen das Eindringen von Wasserdampf, aber ein wesentlich geringeres Maß an Widerstand gegen das Eindringen von Sauerstoff. Wie jedoch gut bekannt ist, kann die Fähigkeit entweder von Wasser oder von Sauerstoff, durch eine gegebene Beschichtung hindurch zu dringen und direkt in Kontakt mit der Oberfläche einer Verbundwerkstoffstruktur zu treten, solch eine Struktur im Laufe der Zeit wesentlich beschädigen.

**[0005]** Zusätzlich zum dahingehenden Versagen, eine ausreichende Barriere entweder gegen das Eindringen von Sauerstoff und/oder gegen das Eindringen von Wasserdampf zu liefern, versagen solche Schutzbeschichtungen weiterhin in typischer Weise dahingehend, ein ausreichendes Maß an Widerstand gegenüber dem Faulen und gegenüber der chemischen Exposition zu liefern. In ähnlicher Weise versagen solche Beschichtungen weiterhin oft wenn es darum geht, über eine ausreichende dimensionale Stabilität und Härte zu verfügen für eine Anwendung, welche ein Aussetzen unter einer hohen Ermüdung und einer starken Umweltbeanspruchung nach sich zieht.

**[0006]** Dementsprechend besteht daher nach dem Stand der Technik ein Bedarf an einer Zusammensetzung und an einem Verfahren zum Auftragen derselben, welche dazu verwendet werden können, eine Schutzbeschichtung auf einer Verbundwerkstoffstruktur herzustellen, welche ein höheres Maß an Schutz für die Oberfläche derselben gegenüber Chemikalien und gegenüber einer Umweltbeanspruchung liefern kann als Beschichtungszusammensetzungen gemäß dem Stand der Technik. Es besteht weiterhin ein Bedarf an verbesserten Beschichtungszusammensetzungen, welche zusätzlich zu der Bereitstellung eines größeren Maßes an Schutz als bei den Beschichtungszusammensetzungen nach dem Stand der Technik, auch schnell und leicht aufgetragen werden können, so wie dies der Fall ist bei den herkömmlichen Beschichtungstechniken. Nach dem Stand der Technik besteht noch ein weiterer Bedarf an solchen Beschichtungszusammensetzungen,

welche aus nicht toxischen, leicht erhältlichen und relativ preisgünstigen chemischen Zusammensetzungen formuliert werden können.

**[0007]** Der den Hintergrund darstellende Stand der Technik wird geliefert durch die Patentschrift EP 0 354 285 A, welche ein Verfahren offenbart für die Zubereitung von in einer Achsenrichtung hoch orientierten Folien durch ein Pressen in der Hitze einer Filamentkette aus Flüssigkristallpolymeren und durch eine wahlweise Warmverfestigung.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0008]** Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zum Auftragen einer Schutzbeschichtung auf eine Oberfläche einer Verbundwerkstoffstruktur dar, so wie dies in dem Anspruch 1 der angehängten Ansprüche definiert worden ist.

**[0009]** Die vorliegende Erfindung zielt ab auf die oben identifizierten Mängel nach dem Stand der Technik und lindert diese. Spezifisch gesehen ist die vorliegende Erfindung ausgerichtet auf neue Flüssigkristallpolymere für die Verwendung sowohl bei der Bildung von Schutzbeschichtungen auf Verbundwerkstoffstrukturen, welche der Ermüdung und der Umweltbeanspruchung unterworfen sind, als auch als Verfahrensweisen für das Auftragen derselben. Die Flüssigkristallpolymere (LCPs) umfassen thermische Kunststoffe mit einem hohen Schmelzpunkt, welche ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Copolyestern, Copolyesteramiden und aus vollständig aromatischen Polyestern mit multiplen Monomeren, welche in einer isotropen Filmform verwendet werden. In weitgehender verfeinerten Ausführungen können solche Polymere modifiziert werden, um starre Elemente mit zu umfassen, wie etwa stabähnliche Monomere, welche in die Hauptkette derselben mit eingebunden sind, um auf diese Weise eine undurchdringliche Mikrostruktur und eine gesteigerte Härte und Schlagfestigkeit zu ergeben. In vorteilhafter Weise enthalten die LCPs gemäß der vorliegenden Erfindung weder flüchtige organische Verbindungen (VOCs) noch Schwermetalle wie etwa Blei und dergleichen.

**[0010]** Das Verfahren der vorliegenden Erfindung ist ausgerichtet auf das Auftragen der zuvor erwähnten neuen Beschichtungszusammensetzungen auf ein gegebenes Substrat. Gemäß einer bevorzugten Ausführung umfasst das Verfahren den anfänglichen Schritt des Auftragens einer Schicht eines Trennmittels, wie etwa TEFLON® oder FREKOTE®, auf die Oberfläche der Werkzeugausstattung, welche dazu verwendet werden soll die Verbundwerkstoffstruktur auszuhärten. Danach wird das LCP thermisch als ein dünner Film auf die Werkzeugausstattung gespritzt. Vorzugsweise wird das LCP bis auf eine Dicke zwischen 0,05 mm (0,002 Inch) und 0,25 mm (0,010

Inch) aufgetragen. Danach wird das Verbundlaminiierungsmaterial zur Bildung der strukturellen Komponente auf die beschichtete Oberfläche der Werkzeugausstattung aufgetragen und mit derselben ausgehärtet. In einem wahlweisen Schnitt kann ein Klebmittel vor dem Aushärten zwischen dem nicht ausgehärteten Verbundwerkstoff und der beschichteten Oberfläche der Werkzeugausstattung aufgetragen werden. Nach dem Aushärten wird die Struktur mit der darauf hergestellten LCP Beschichtung für die Verwendung in dem endgültigen Zusammenbau aus der Werkzeugausstattung heraus genommen.

**[0011]** Es ist daher ein Ziel der vorliegenden Erfindung, neue Beschichtungszusammensetzungen und Verfahren zum Auftragen derselben zu liefern, welche fähig sind eine länger haltbare und stärker schützende Beschichtung zu bilden, wenn sie auf eine gegebene Verbundwerkstoffstruktur aufgetragen werden, als dies der Fall ist bei Beschichtungszusammensetzungen und Beschichtungstechniken nach dem bisherigen Stand der Technik.

**[0012]** Ein anderes Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, neue Beschichtungszusammensetzungen und Verfahren zum Auftragen derselben zu liefern, welche den damit beschichteten Substraten ein höheres Maß an Schutz liefern können, wenn dieselben den Erosions- und/oder Korrosions-Angriffen ausgesetzt sind.

**[0013]** Ein anderes Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, neue Beschichtungszusammensetzungen und Verfahren zum Auftragen derselben zu liefern, welche leicht und einfach verwendet und aufgetragen werden können. und zwar unter Verwendung einer bestehenden Beschichtungstechnologie.

**[0014]** Ein anderes Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, neue Beschichtungszusammensetzungen und Verfahren zum Auftragen derselben zu liefern, welche nicht toxisch sind und welche keine Bedrohung für die Umwelt darstellen.

**[0015]** Noch weitere Ziele der vorliegenden Erfindung erstrecken sich auf die Bereitstellung neuer Beschichtungszusammensetzungen und Verfahren zum Auftragen derselben, welche relativ preisgünstig sind, einen größeren Schutz vor dem Eindringen von Sauerstoff und Feuchtigkeit gewähren, über eine größere dimensionale Stabilität und Härte verfügen und einen größeren Schutz gegenüber der chemischen Exposition liefern als Beschichtungszusammensetzungen und Beschichtungsverfahren nach dem bisherigen Stand der Technik.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0016]** Diese und andere Merkmale der vorliegenden Erfindung werden leichter ersichtlich werden aus

der nachfolgenden Beschreibung und aus den Zeichnungen, wobei:

**[0017]** die [Fig. 1](#) schematisch die Schritte illustriert, welche beim Auftragen der neuen Beschichtungszusammensetzungen gemäß der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN ERFINDUNG

**[0018]** Die unten dargelegte detaillierte Beschreibung in Verbindung mit den angehängten Zeichnungen dient als Beschreibung der augenblicklich bevorzugten Ausführungen der Erfindung; auch wird hiermit nicht beabsichtigt, nur diejenigen Formen darzustellen, nach welchen die vorliegende Erfindung konstruiert oder verwendet werden kann. Es versteht sich jedoch, dass die gleichen oder gleichwertige Funktionen und Abfolgen durch verschiedene Ausführungsformen verwirklicht werden können, welche ebenfalls dazu bestimmt sind, in dem Umfang der Erfindung mit eingeschlossen zu sein, so wie derselbe in den angehängten Ansprüchen definiert worden ist.

**[0019]** Wie gut bekannt ist, können die strukturellen Komponenten, welche dazu verwendet werden, um die Außenoberflächen kommerziell und militärisch genutzter Schiffe und Flugzeuge zu bauen, eine wesentliche qualitative Verschlechterung und eine Beschädigung erfahren, dies auf Grund der Tatsache, dass sie der äußeren Umwelt ausgesetzt sind. Unter diesem Gesichtspunkt sind solche strukturellen Komponenten, welche typischerweise aus Metall- oder Verbundwerkstoffmaterialien hergestellt werden, dauernd physikalischen und chemischen Kräften ausgesetzt, welche dazu führen können, dass sich solche Strukturen im Laufe der Zeit verschlechtern. Zu den umweltbedingten Kräften, denen solche strukturellen Komponenten begegnen, zählen die Oxidation, die Feuchtigkeit, das Faulen, die ultraviolette Bestrahlung, korrosive Chemikalien und Extreme bei den hohen und den tiefen Temperaturen. Als eine Konsequenz hieraus müssen solche strukturellen Komponenten notwendigerweise repariert und/oder ersetzt werden, was demnach die Kosten und die Arbeitsaufwendung deutlich erhöht, welche bei der Reparatur und der Instandhaltung derartiger Schiffe und Flugzeuge impliziert sind.

**[0020]** Obwohl Versuche unternommen worden sind, die Lebensdauer solcher struktureller Komponenten zu verlängern, typischerweise durch ein Auftragen einer Schutzbeschichtung auf dieselben, haben sich solche Versuche bis heute als unwirksam erwiesen. Unter diesem Gesichtspunkt haben sich die Beschichtungen nach dem bisherigen Stand der Technik hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit gegenüber Erosion und gegenüber Korrosionskräften als unwirksam erwiesen und es fehlt denselben weiter-

hin an dimensionaler Stabilität und Härte, um solche Beschichtungen zu befähigen, ein optimales Maß an Schutz zu liefern. In ähnlicher Weise sind die Beschichtungen nach dem bisherigen Stand der Technik in typischer Weise von ihrer Natur her toxisch und sie werden oft mit flüchtigen organischen Verbindungen und/oder mit Schwermetallen formuliert, wie etwa mit Blei. Als ein Ergebnis hieraus weisen solche Zusammensetzungen nicht nur den Nachteil auf, dass sie kein adäquates Maß an Schutz liefern, sondern dass sie darüber hinaus einen wesentlichen gefährlichen Sonderabfall erzeugen.

**[0021]** Die neuen Beschichtungszusammensetzungen und Beschichtungsverfahren zum Auftragen derselben, welche den Gegenstand der vorliegenden Erfindung darstellen, zielen spezifisch ab auf die Linderung der oben erwähnten Mängel nach dem Stand der Technik. Die Beschichtungszusammensetzungen der vorliegenden Erfindung umfassen Flüssigkristallpolymere, welche ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Copolyestern, Copolyesteramiden oder aus vollständig aromatischen Polyestern mit mehrfachen Monomeren. Unter den repräsentativen LCP Produkten, welche gängig für den Einsatz beim Praktizieren der vorliegenden Erfindung erhältlich sind, zählen XYDAR-RT-300, XYDAR-SRT-700 und XYDAR-SRT-900, hergestellt von Amoco; VECTRA A950, VECTRA L950 und VECTRA E950L, erzeugt von Hoechst Celanese, und Zenite 100, Zenite 600, Zenite 700 und Zenite 800, hergestellt von Dupont. Die Flüssigkristallpolymere sind alle dadurch gekennzeichnet, dass sie thermische Kunststoffe mit einem hohen Schmelzpunkt sind. So wie dies bei einigen Anwendungen, die den Experten auf diesem Gebiet gut bekannt sind, erwünscht sein kann, können bestimmte molekulare Modifikationen an der Polymerhauptkette der Flüssigkristallpolymere vorgenommen werden, um die gewünschten Merkmale zu verleihen, wie etwa eine größere dimensionale Stabilität und Härte. Vorteilhafterweise enthalten die Flüssigkristallpolymere der vorliegenden Erfindung keine flüchtigen organischen Verbindungen oder Schwermetalle, wie etwa Blei und dergleichen, was typisch für die Beschichtungszusammensetzungen nach dem bisherigen Stand der Technik ist. Darüber hinaus liefern die Flüssigkristallpolymere der vorliegenden Erfindung enorme Vorteile in soweit, wie dieselben mit Hilfe von herkömmlichen thermischen Sprühverfahren aufgetragen werden können, so wie dies weiter unten ausführlicher diskutiert wird.

**[0022]** Bezieht man sich jetzt auf die Zeichnung, so ist dort das Verfahren zum Auftragen der Flüssigkristallpolymere gemäß der vorliegenden Erfindung schematisch in der [Fig. 1](#) illustriert. So wie illustriert, umfasst das Verfahren **10** den anfänglichen Schritt **20** zur Beschichtung der Oberfläche der Werkzeugausstattung, welche zum Aushärten der Verbundwerkstoffstruktur(en) mit einem Trennmittel verwen-

det wird, wie etwa mit TEFLON® oder FREKOTE® oder mit irgendeinem anderen Trennmittel aus der breiten Vielfalt solcher nach dem Stand der Technik gut bekannter Hilfsmittel. Danach wird das LCP in einem zweiten Schritt **30** thermisch auf die Oberfläche der Werkzeugausstattung gespritzt und zwar auf die Oberseite des Trennmittels.

**[0023]** Hinsichtlich des Auftragens des Flüssigkristallpolymers sollte es wohl verstanden sein, dass irgendeines unter solchen LCPs in einer isotropen Filmform verwendet wird. Um dies letztendlich zu erreichen, führt ein pulverförmiges LCP mit einem hohen Molekulargewicht, wenn es über den Weg eines thermischen Spritzens aufgetragen wird, zu einem fast isotropen Film auf dem besprühten Gegenstand. Wie dies den Experten auf diesem Gebiet gut bekannt ist, impliziert ein thermisches Spritzen das Einführen von Partikeln eines Zufuhrmaterial in eine Hochenergie-Wärmequelle, welche die Partikel auf die Oberfläche der Werkzeugausstattung schleudert, wo sich die Partikel abkühlen. Nach einem wiederholten Auftragen von vielen solchen Partikeln veranlasst man eine Ablagerung oder Beschichtung dazu sich zu bilden.

**[0024]** Typischerweise wird das thermische Spritzen mit Hilfe einer thermischen Spritzkanone durchgeführt, zum Beispiel mit einer Metro 3 MR mit einer Düse vom Typ GP, welche daran befestigt ist. Die thermische Spritzkanone unterhält einen stabilen, nicht übertragenen elektrischen Lichtbogen zwischen einer Thorium enthaltenden Wolframkathode und einer ringförmigen wassergekühlten Kupferanode. Ein Gas, wie etwa Argon oder ein anderes Inertgas, vervollständigt durch einen kleinen Anteil eines die Enthalpie erhöhenden Gases, wie etwa Wasserstoff, wird auf der Rückseite von dem Inneren der Kanone her derart zugeführt, dass das Gas in einem Vortex wirbelt und aus der Vorderseite der Anodendüse heraustritt. Der elektrische Bogen von der Kathode zu der Anode schließt den Kreis, womit eine Flamme gebildet wird, welche sich axial dreht auf Grund des dem Wirbel des Gases innewohnenden Drehimpulses. Die Temperatur der Flamme unmittelbar außerhalb des Düsenausgangs ist hoch genug, um das LCP zu schmelzen. Die Flammentemperatur fällt, ausgehend von dem Anodenausgang, rasch ab und sie veranlasst daher das LCP, welches typischerweise in Pulverform vorliegt, an der heißesten Stelle der von der thermischen Spritzkanone erzeugten Flamme eingeführt zu werden.

**[0025]** Wie dies den Experten auf diesem Gebiet gut bekannt ist, kann eine Anzahl von Variablen die Qualität der durch das thermische Spritzen hergestellten Beschichtungen beeinflussen, einschließlich, ohne aber darauf beschränkt zu sein, der nachfolgenden Größen; Gaszusammensetzung, Fließgeschwindigkeit, Pulver und Pulvereinspritzung des Spritzmittels,

Partikelgröße, Verteilung, Morphologie und Schmelzpunkt des Flüssigkristallpolymers in dem Zufuhrmaterial, Chemie, Rauheit und Temperatur des Substrats und die Ablagerungseigenschaften des Flüssigkristallpolymers, einschließlich der Porosität und der Dichte desselben. Die zuvor erwähnten Umkreise können selektiv angepasst werden unter Zuhilfenahme von Techniken, die den Experten auf diesem Gebiet gut bekannt sind, so dass eine geeignete Beschichtung aufgetragen werden kann, welche in idealer Weise für eine gegebene Anwendung geeignet ist.

**[0026]** Gegenwärtig glaubt man, dass die Verwendung von LCP-Pulver mit einer Partikelgröße von annähernd 50 Mikrometern am besten für die Ausübung der vorliegenden Erfindung geeignet ist. LCP-Hersteller, die eine Festphasenpolymerisation verwenden, können eine Pulverform herstellen, welche auf die gewünschte Partikelgröße gemahlen werden kann. Eine LCP-Herstellung, die auf einer Schmelzpolymerisation beruht, erzeugt jedoch eine Pille, welche nicht auf die gewünschte Partikelgröße zerkleinert werden kann, und dies führt als eine Konsequenz daraus zu einem Produkt mit unerwünschten faserartigen Merkmalen. Alternativ jedoch kann ein LCP mit einem niedrigen Molekulargewicht, das unter Verwendung des Schmelzverfahrens erzeugt worden ist, auf die Partikelgröße gemahlen bzw. zerkleinert und dann bei erhöhten Temperaturen polymerisiert werden, typischerweise zwischen 204°C bis 316°C (400 Grad–600 Grad Fahrenheit) während einer Zeitdauer von 4–8 Stunden, dies vor dem thermischen Spritzen.

**[0027]** Wenn das Flüssigkristallpolymer erst einmal auf die Werkzeugausstattung aufgetragen worden ist, welche zum Aushärten der Verbundwerkstoffstrukturen verwendet wird, dann wird das Verbundwerkstoffmaterial, aus welchem die Struktur gebildet wird und welches Materialien enthalten kann, wie etwa mit Fasern verstärkte Polymere, in einem dritten Schritt **40** ausgehärtet. Das gebundene Verbundwerkstoffmaterial mit der darauf gebildeten Flüssigkristallpolymerbeschichtung wird dann in situ über den Schritt **50** entfernt und kann in dem endgültigen Zusammenbau verwendet werden. Wie von den Experten auf diesem Gebiet erkannt werden wird, kann es bei einigen Anwendungen notwendig sein über den Weg des wahlweisen Schritts **35** eine Haftschrift zwischen dem Film und dem nicht ausgehärteten Verbundwerkstoffstrukturteil aufzutragen, dies vor dem Zusammenhaften. Wie man verstehen wird, kann solch ein Haftmittel notwendig sein, um eine ausreichende Bindung zwischen dem LCP Film und der Verbundwerkstoffstruktur herzustellen, welche damit geschützt werden soll.

**[0028]** In vorteilhafter Weise kann das Auftragen des Flüssigkristallpolymers mit Verbundwerkstoffen

irgendeiner Größe oder und irgendeiner Form verwendet werden. In dieser Hinsicht sind die Flüssigkristallpolymere der vorliegenden Erfindung besonders gut geeignet für Verbundwerkstoffe, welche aus mit Faser verstärktem Polyimid oder aus mit Faser verstärktem Epoxy hergestellt worden sind.

**[0029]** Die einzigartige Anwendung des Flüssigkristallpolymers der vorliegenden Erfindung für Beschichtungsanwendungen, so wie dies oben diskutiert worden ist, verleihen der strukturellen Komponente einen ausgezeichneten Widerstand gegenüber der chemischen Exposition, dem Faulen sowie eine Hitzebeständigkeit. Die Flüssigkristallpolymere sind weiterhin wesentlich stärker undurchdringlich für Sauerstoff und Wasser als andere ähnliche Verbindungen, die häufig verwendet werden, um Schutzbeschichtungen herzustellen, einschließlich von, ohne aber darauf beschränkt zu sein, Polyvinylidchlorid, Ethylen, Vinylalkohol, Polyacrylonitril, Polyethylen und Polyurethan.

**[0030]** Das Flüssigkristallpolymer gemäß der vorliegenden Erfindung liefert weiterhin eine wesentliche Stabilität und Härte im Vergleich zu den Beschichtungszusammensetzungen nach dem bisherigen Stand der Technik. Zum Beispiel wurden LCP-Beschichtungen der vorliegenden Erfindung, wenn sie nach der zuvor erwähnten Technik auf Komponenten in der Flug- und Raumfahrt aufgetragen wurden, einer zyklischen Ermüdung bis zu 6000 µm pro Meter Belastung (6000 Mikrozoll pro Zoll Belastung) ausgesetzt, ohne dass dabei irgendein Riss entstand. Eine solche Beschichtung wurde weiterhin, so wie sie thermisch auf ein Verbundlaminat aufgespritzt worden ist, einem beschleunigten Alterungsprozess bei 177°C (350° Fahrenheit) und cryogenen Temperaturen (Tieftemperaturen) unterzogen, ohne dass eine Beeinträchtigung eingetreten wäre.

**[0031]** Es versteht sich, dass die einzelnen Elemente und Komponenten einer jeden oben beschriebenen Ausführungsform untereinander ausgetauscht und/oder bei irgendeiner und bei allen Ausführungsformen gemäß der Erfindung eingesetzt werden können, selbst wenn bestimmte Elemente oder Komponenten hierin nur im Hinblick auf eine oder auf mehrere bestimmte Ausführungen der Erfindung erwähnt oder beschrieben worden sind.

**[0032]** Es versteht sich ferner, dass verschiedene Hinzufügungen, Weglassungen, Modifikationen und Änderungen bei den oben beschriebenen Ausführungen vorgenommen werden können, ohne dass dabei von dem Umfang der vorliegenden Erfindung, so wie dieselbe in den angehängten Ansprüchen definiert worden ist, abgewichen wird. Demgemäß ist es beabsichtigt, dass alle solche Hinzufügungen, Weglassungen, Modifikationen und Änderungen mit in den Schutzzumfang der nachfolgenden Ansprüche ein-

bezogen werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Auftragen einer Schutzbeschichtung auf eine Oberfläche einer Verbundwerkstoffstruktur, welches die folgenden Verfahrensschritte umfasst:

a) ein Bereitstellen (i) eines thermoplastischen Flüssigkristallpolymers, wobei jenes Polymer ausgewählt wird aus der Gruppe bestehend aus Copolyestern, Copolyesteramiden und aus vollständig aromatischen Polyestern; (ii) eines Verbundlaminierungsmaterials; (iii) einer Werkzeugausstattung zum Härten jenes Verbundlaminierungsmaterials; und (iv) eines Trennmittels;

b) ein Auftragen (20) des Trennmittels auf die Werkzeugausstattung;

c) ein Auftragen (30) einer Schicht des thermoplastischen Flüssigkristallpolymers auf die besagte mit dem Trennmittel vorbehandelte Werkzeugausstattung;

d) ein Auftragen des Verbundlaminierungsmaterials auf die besagte bei dem Schritt (c) behandelte Werkzeugausstattung, um eine Verbundwerkstoffstruktur zu bilden;

e) ein Aushärten (40) der Verbundwerkstoffstruktur auf der besagten Werkzeugausstattung; und

f) ein Entfernen (50) der Verbundwerkstoffstruktur von der Werkzeugausstattung;

**dadurch gekennzeichnet**, dass bei dem Schritt (c) das thermoplastische Flüssigkristallpolymer durch ein thermisches Spritzen aufgetragen wird, um zu einem isotropen oder nahezu isotropen Film auf dem bespritzten Gegenstand zu führen.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, welches weiterhin einen Schritt zum Auftragen (35) einer Haftschiicht auf die Schicht des bei dem Schritt (c) aufgetragenen thermoplastischen Materials umfasst, wobei die Haftschiicht aufgetragen wird vor dem Auftragen des Verbundlaminierungsmaterials im Verlauf von Schritt (d).

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei welchem im Schritt (a) des Trennmittel ein Polytetrafluorethylen enthält.

4. Verfahren gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem unter Schritt (c) das thermoplastische Flüssigkristallpolymer bis auf eine Dicke in dem Bereich von 0,05 mm (0,002 Zoll) bis 0,25 mm (0,010 Zoll) aufgetragen wird.

5. Verfahren gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem im Verlauf von Schritt (d) jene Werkzeugausstattung verpackt wird, wenn das Verbundlaminierungsmaterial erst einmal auf derselben aufgetragen worden ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

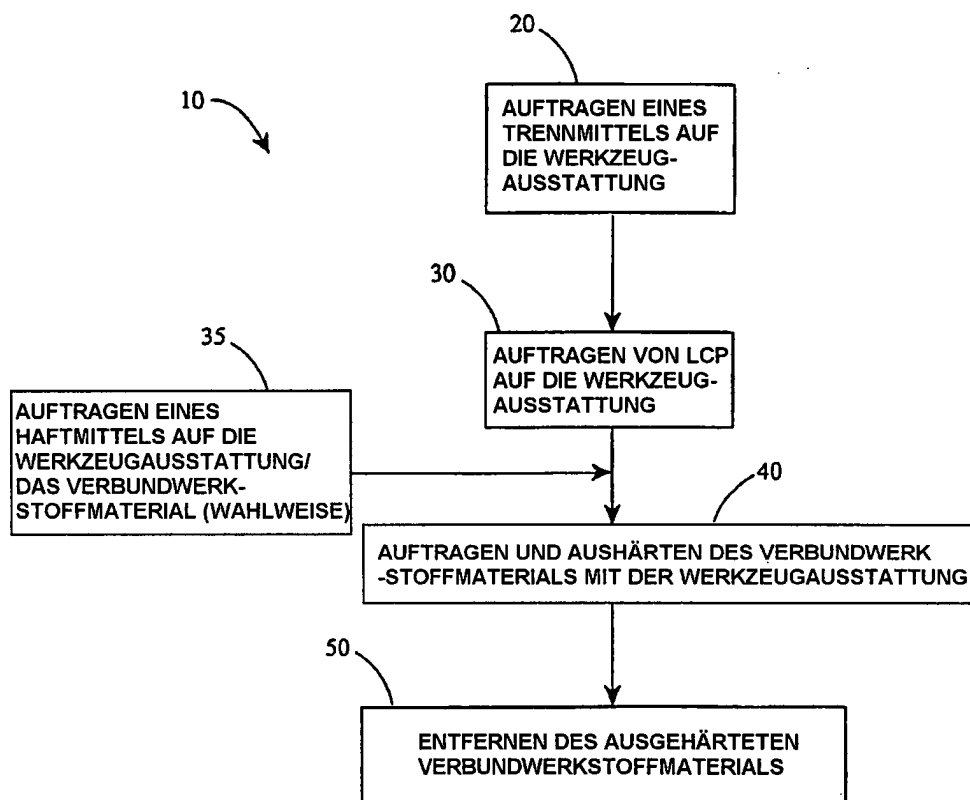


Fig. 1