

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 391 113
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 90105056.7

(51) Int. Cl.⁵: B44D 3/16

(22) Anmeldetag: 17.03.90

(30) Priorität: 07.04.89 DE 3911329

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.10.90 Patentblatt 90/41(64) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL(71) Anmelder: DORNIER LUFTFAHRT GMBH
Postfach 3
D-8031 Wessling/Oberpfaffenhofen(DE)(72) Erfinder: Holbein, Reinhold, Dipl.-Ing.
Paracelsus Strasse 11
D-7778 Markdorf(DE)
Erfinder: Kompa, Karl Ludwig, Prof.
Seidl Kreuz Weg 34
D-8045 Ismaning(DE)(74) Vertreter: Landsmann, Ralf, Dipl.-Ing.
DORNIER GMBH - Patentabteilung - Kleeweg
3
D-7990 Friedrichshafen 1(DE)

(54) Verfahren zum Entlacken von Werkstücken, insbesondere Faserverbundwerkstücken.

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur berührungslosen großflächigen Entlackung von Lack-schichten, insbesondere an Faserverbundwerkstoffen, wobei optische Energie vorzugsweise von einem gepulsten Laser die zu entlackende Oberfläche so schnell erhitzt, daß die bestrahlte Fläche schneller

abdampft als absorbierte Energie in tiefere Schichten diffundiert und die damit verbundenen Lichtemissionen des abströmenden Plasmas zur Regulierung der Entlackungstiefe insbesondere bei Mehrschichtsystemen ausgenutzt werden.

EP 0 391 113 A2

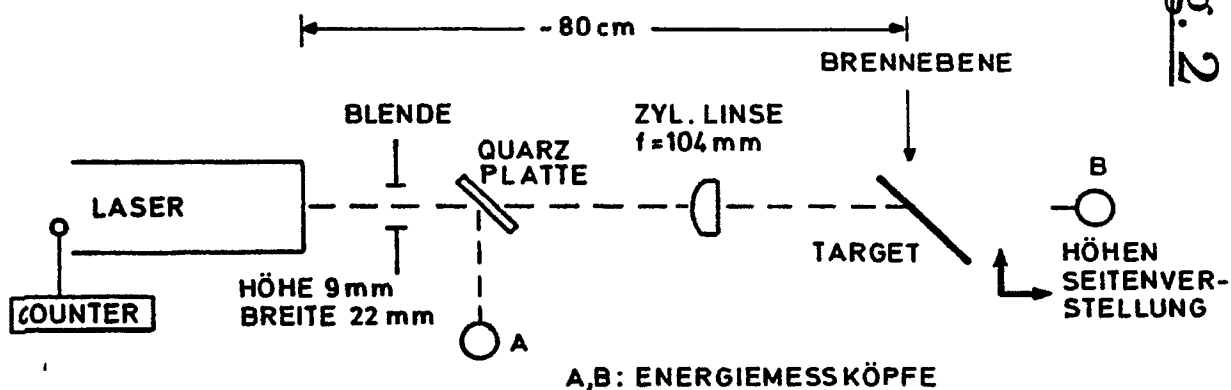


Fig. 2

Verfahren zum Entlacken von Werkstücken, insbesondere Faserverbundwerkstücken

In zunehmendem Maße ist es erforderlich, optimale Lacksysteme für die Aussenlackierung beispielsweise von Flugzeugen einzusetzen, die neben anderen wichtigen Eigenschaften eine sehr große Haftfestigkeit zu den Basiswerkstoffen aufweisen. Diese Forderung liegt begründet in der Zunahme der Korrosionsschäden an Metallen im Flugbetrieb und der Tatsache, daß das Haftungsverhalten der Lacke und das Korrosionsschutzvermögen in engem Zusammenhang stehen. Die Anwendung dieser Lackaufbauten wirft bei jeglicher Wartungs- und Reparaturarbeit Probleme bei der Entlackung auf, da die Wirksamkeit von herkömmlichen Beizmitteln nicht mehr ausreicht. Die Entwicklung neuer Entlackungsverfahren ist deshalb mit ein wichtiger Bestandteil bei der Bearbeitung der Korrosionsproblematik.

Für eine zweite Werkstoffgruppe, die faserverstärkten Kunststoffe, nimmt die Entlackungsthematik in anderer Weise eine bedeutende Rolle ein. Für diese Werkstoffe sind herkömmliche Abbeizmethoden mit Beizmitteln nicht anwendbar. Aufwendige Schleifarbeiten sind somit notwendig. Die Akzeptanz dieses Aufwands bei den Flugzeugeignern nimmt jedoch mit zunehmender Größe des Faserverbundanteils im Flugzeug ab. Somit kommt der Entlackbarkeit von Faserverbundwerkstoffteilen mit fortschreitendem Einsatz dieser Werkstoffgruppe eine zunehmende Bedeutung zu. Hinzu kommt das Verbot von Phenol, einhergehend mit dem Einsatz von verstärkt chemisch resistenten Lacksystemen. Dies führt zusätzlich auch zu gravierenden Entlackungsproblemen bei Aluminium-Strukturen.

Bekannte Verfahren zur Entlackung von Werkstücken sind derzeit die chemische Entlackung, die aber auf grund der verwendeten Stoffe sehr umweltschädigend ist und bei Werkstücken aus Faserverbundwerkstoff nicht anwendbar ist. Auch mechanische Verfahren, wie die Granulatentlackung oder das aus der DE-PS 36 22 329 bekannte Entfernen von Farbschichten durch mechanische Einwirkung mit einer Nadelpistole sind bekannt, aber insbesondere bei dünnen Strukturen nicht anwendbar, sondern führen zu deren Zerstörung.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren insbesondere zur Entlackung von Faserverbundwerkstoffteilen und von mit sehr resistenten Lacken versehenen Aluminium-Legierungen anzugeben.

Die Aufgabe wird durch das Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Ausgestaltungen sind Bestandteile von Unteransprüchen.

Im erfindungsgemäßen Verfahren kommt ein Excimer-Laser zur Anwendung, insbesondere ein gepulster Edelgashalogenid-Laser mit kurzweiliger

Strahlungsemission im Ultraviolett-Bereich. Im Gegensatz zu CO₂- und YAG-Hochleistungslasern, deren infrarote Strahlung bei der Wechselwirkung mit Materie in thermische Energie umgesetzt wird, kann der Excimer-Laser mit seiner wesentlich kurzweiligeren Strahlung und der diesem Lasertyp eigenen photochemischen Reaktionen, zur drastischen Reduzierung der Erwärmung des den Lack tragenden Basiswerkstoffes beitragen. Der Einsatz zur Bearbeitung von Leichtmetall und von Faserverbundwerkstoffen wird hierdurch grundsätzlich ermöglicht, ohne die Gefahr einer unerwünschten Werkstoffschädigung in Kauf nehmen zu müssen.

Bei erfindungsgemäßen Verfahren wird kein Einfluß auf das Grundmaterial ausgeübt. Pro auf das Lacksystem ausgeübten Impuls wird etwa 1 µm abgetragen, so daß jede einzelne Lackschicht, ohne das darunterliegende Material zu schädigen, entfernt werden kann. Dabei ist die Entlackung einer jeden Schicht mit einer charakteristischen Flammenerscheinung verbunden. Durch eine spektroskopische Analyse des entstehenden Plasmas wird die Steuerung der örtlichen Entlackungstiefen vorgenommen. Die zu entlackende Oberfläche wird so schnell erhitzt, daß die bestrahlte Fläche schneller abdampft als absorbierende Energie in tiefere Schichten diffundiert und die damit verbundenen Lichtemissionen des abströmenden Plasmas werden zur Regulierung der Entlackungstiefe, insbesondere bei Mehrschichtsystemen, mit einer Genauigkeit von besser 1 µm ausgenutzt. Eine exakte Steuerung der Abtragstiefe und eine schichtweise Entlackung wird so ermöglicht. Die Entlackungsrate (µm/Impuls) in Abhängigkeit von der Laserenergie-dichte zeigt eine deutliche Schwelle, unterhalb der keine Entlackung möglich ist.

Bei der flächigen Entlackung ist ein wesentliches Problem die genaue Definition der Energiedichte. Daher ist eine möglichst gleichförmige, homogene Energiedichteverteilung im fokussierten Laserbündel anzustreben. Dazu können optische Mittel, beispielsweise Linsen, vorteilhaft verwendet werden.

Die Erfindung wird mit Hilfe von Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 Werte einer XeCl-Laserentlackung

Fig. 2 einen schematischen Versuchsaufbau

In der Fig. 1 ist die Entlackungsrate für einen XeCl-Laser aufgetragen. Das Diagramm und die Tabelle zeigt die Abhängigkeit von Entlackungsrate und Energiedichte. Ebenfalls sind die drei Bereiche Schwelle, Arbeitspunkt und Sättigung zu erkennen. Die Schwelle liegt bei 0.26J/cm² der Arbeitspunkt bei 0.5J/cm² (dazugehörige Abtragungsrate: 0.36

$\mu\text{m}/\text{Impuls}$).

Vorzugsweise liegt der Arbeitspunkt zwischen 0.5 und 0.75 J/cm² mit einer Entlackungsrate zwischen 0.36 und 0.35 $\mu\text{m}/\text{Impuls}$. Daraus ergibt sich ein abgetragenes Volumen von etwa 0,47m³cm² pro Watt Laserdurchschnittsleistung multipliziert mit der Zeiteinheit. Bei derzeitig verwendeten Excimer-Lasern mit einer Leistung von 45 Watt beträgt die Flächenrate 0.06 cm²/s. Zu erwartende Laserleistungen von 500 - 1000 Watt lassen eine Flächenrate von ca. 7,8cm²/s möglich erscheinen. Diese Werte skalieren mit der Schichtdicke und beziehen sich auf eine sehr widerstandsfähige, hochelastische PUR-Lackschicht (60 μm).

XeCl-Laser und KrF-Laser besitzen eine deutlich höhere Sättigungsrate als vergleichbare ArF-Lasere, deren Einsatzschwelle geringfügig unter der von KrF- und XeCl-Lasern liegt. Daher sind KrF- und XeCl-Laser für das beschriebene Entlackungsverfahren günstiger. Die Entlackungsrate zeigt eine deutliche Schwelle, unterhalb der keine Entlackung möglich ist. Selbst bei einer Impulswiederholfrequenz von 30 Hz findet keine deutliche Erwärmung der zu entlackenden Teile statt. Geschwindigkeitsbestimmend bei der Entlackung ist die Decklackschicht wegen ihrer geringeren Abtragsrate gegenüber dem Primer.

Die Fig.2 zeigt den schematisierten Aufbau einer Versuchsanordnung zur Entlackung. Da die Radbereiche der Laseremission inhomogen sind, werden sie mit einer Rechteckblende ausgeblendet. Ein Teil der Laserstrahlung, ca. 8 % , wird mit einer Quarzplatte auf einen Energiemeßkopf gelenkt. Während einer Entlackung wird die relative Energie fortlaufend gemessen. Die Impulsfrequenz beträgt üblicherweise 20 Hz. Als Lasertypen kommen ArF, KrF und XeCl-Laser zur Anwendung.

Ansprüche

1. Verfahren zur berührungslosen großflächigen Entlackung von Lackschichten, insbesondere an Faserverbundwerkstoffen, **dadurch gekennzeichnet**, daß optische Energie, vorzugsweise von einem gepulsten Laser, die zu entlackende Oberfläche so schnell erhitzt, daß der bestrahlte Lack schneller abdampft als absorbierte Energie in tiefere Schichten diffundiert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtemissionen des abströmenden Plasmas oder das erzeugte Geräusch zur Regulierung der Entlackungstiefe insbesondere bei Mehrschichtsystemen ausgenutzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein in seiner Energie einstellbarer Excimer-Laser verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein ArF-Excimer-Laser verwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein KrF-Excimer Laser verwendet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein XeCl-Excimer-Laser verwendet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtemissionen einer spektroskopischen Analyse unterworfen werden.

Fig. 1

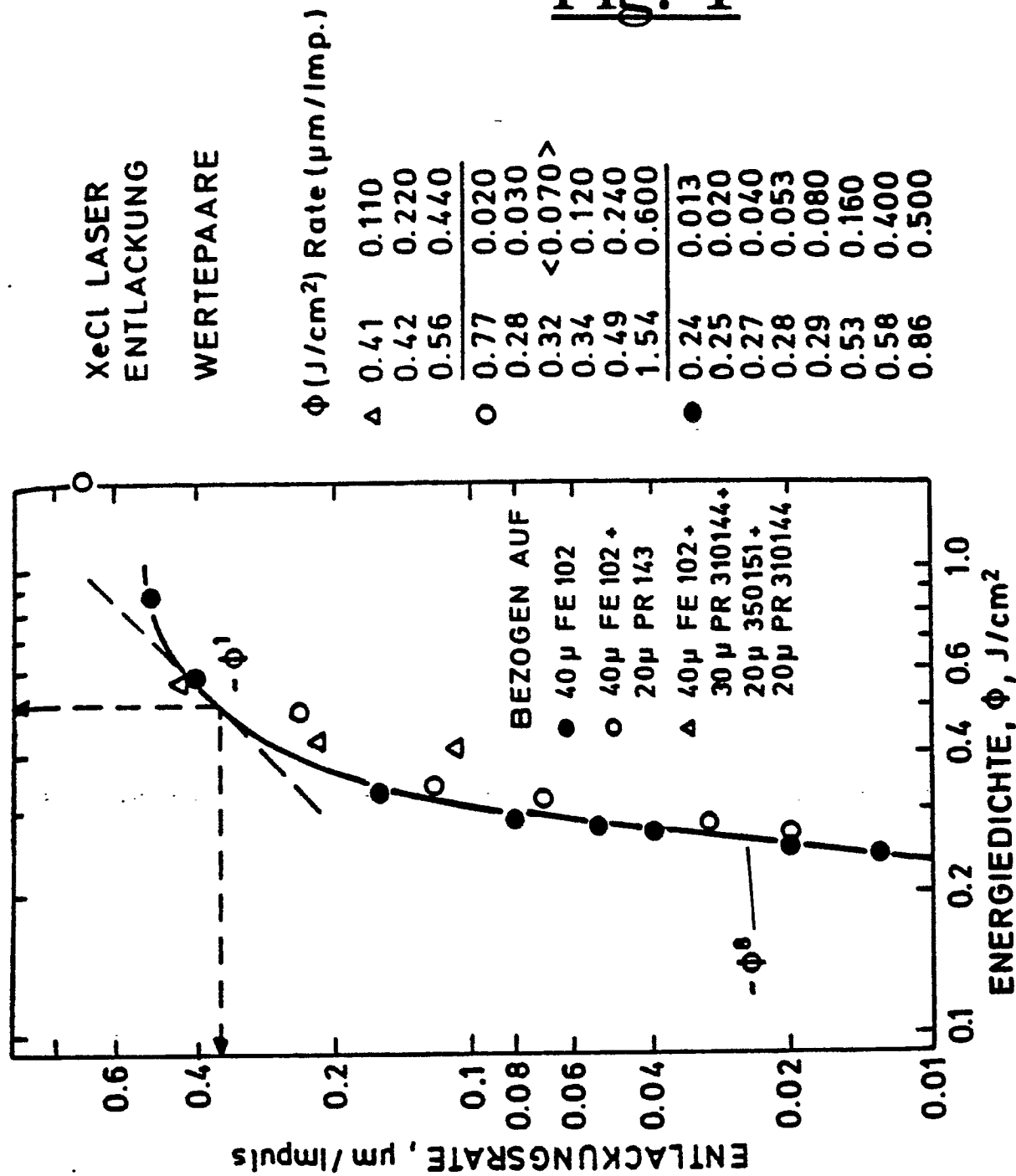


Fig. 2