



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 380 353 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.01.2004 Patentblatt 2004/03

(51) Int Cl.7: **B05B 12/12, B05B 13/04**

(21) Anmeldenummer: **03015196.3**

(22) Anmeldetag: **04.07.2003**

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

(72) Erfinder:
• **Wolf, Udo**
74348 Lauffen a.N. (DE)
• **Herre, Frank**
71739 Oberriexingen (DE)

(30) Priorität: **11.07.2002 DE 10231420**

(74) Vertreter: **Heusler, Wolfgang, Dipl.-Ing.**
v. Bezold & Sozien
Patentanwälte
Akademiestrasse 7
80799 München (DE)

(71) Anmelder: **Dürr Systems GmbH**
70435 Stuttgart (DE)

(54) **Verfahren und Steuersystem zum automatischen Beschichten einer Fläche**

(57) Eine von einer programmgesteuerten Beschichtungsmaschine zu lackierende Fläche wird in einen Rahmenbereich (12) und einen von dem Rahmen (12) umgebenen Innenbereich (13) aufgeteilt. Zur Er-

zeugung der jeweiligen Beschichtungsbahnen (14-24) dieser beiden Bereiche (12, 13) werden jeweils eigene Lackierparametersätze verwendet, so dass die Beschichtung jedes Bereiches unabhängig von dem anderen Bereich optimiert werden kann.

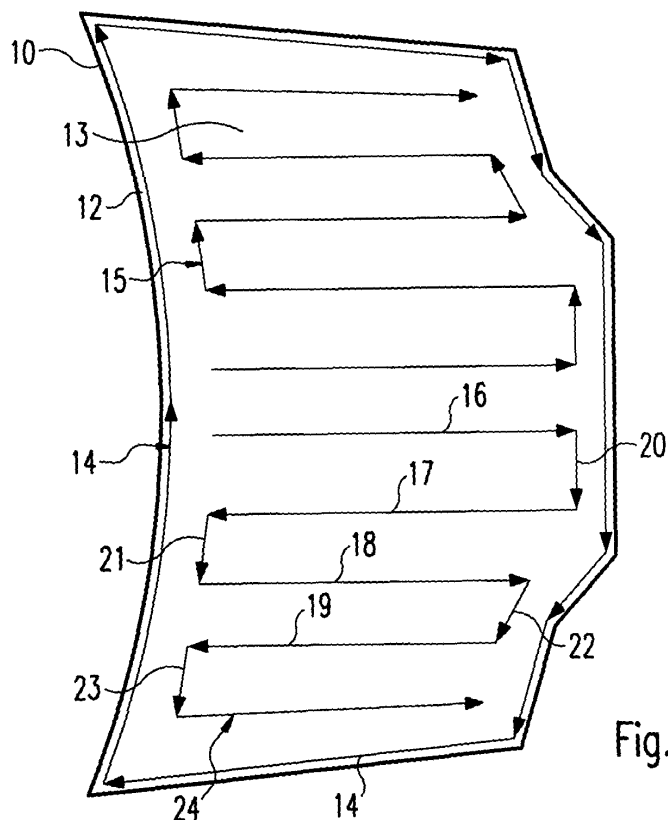


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Steuersystem für eine Anlage zum automatischen Beschichten einer von einem Rand des zu beschichtenden Objektes begrenzten Fläche gemäß dem Oberbegriff der unabhängigen Patentansprüche. Die Erfindung betrifft insbesondere die Serienlackierung von relativ großflächigen Werkstücken wie z.B. Teilen von Fahrzeugkarossen, doch kann es sich bei der zu beschichtenden Fläche auch um ganze Werkstücke oder um zu einem Lackierfeld zusammengestellte Kleinteile handeln.

[0002] Beim automatischen Lackieren derartiger Flächen insbesondere durch elektrostatische Rotationszerstäuber ergibt sich an den Randbereichen des jeweiligen Objektes die Schwierigkeit, eine ideale Lackiereinstellung zu finden, die die gewünschte Schichtdicke, homogenen Schichtdickenverlauf, keinen zu starken Kantenaufbau (Überbeschichtung durch Feldlinienkonzentration) und je nach Bauteil oder angrenzenden Bauteilen einen guten Übergang z.B. von horizontalen zu vertikalen Flächen gewährleistet.

[0003] Ein typisches Beispiel ist das bei der Roboterlackierung bekannte Auftragen paralleler, einander überlappender Bahnen auf eine wenigstens annähernd rechteckige Fläche unter Steuerung durch gespeicherte Bewegungs- und Beschichtungsprogramme (DE 101 50 826). Dabei ergeben sich als Randlackierung zwei zu entgegengesetzten Seiten der Fläche parallele lange Randbahnen und für die beiden andern Seiten der Fläche jeweils die zu diesen Seiten parallelen kurzen Verbindungsbahnabschnitte zwischen den Endpunkten der langen Randbahnen. Die ideale Einstellung der Lackierparameter (Hochspannung, Ausflussmenge, Drehzahl, Lenkluft, Lackiergeschwindigkeit, Lackierabstand, Winkel zur Oberfläche) weicht hierbei oft von der idealen Einstellung der Lackierparameter einer Flächenlackierung ohne Randbereiche ab. Insbesondere bei den beiden Randflächen, die an den Endpunkten (Wendepunkten) der Bahnen liegen, führt dies zu Schwierigkeiten, da sie mit den Bahnparametern der Fläche lackiert werden. Zwar können die Parameter auf einer Bahn und dadurch auch an den Bahnendpunkten geändert werden, doch sind diese Parameteränderungen aus Sicht der Dynamik und Reproduzierbarkeit in der Praxis oft nicht sinnvoll.

[0004] Weiterhin besteht am Rand eines Bauteils das Problem, dass sich dort aufgrund der Anordnung der Bahnen üblicherweise keine Überlappung ergibt. Somit muss mit der Außenbahn am Randbereich die gesamte oder wenigstens der größte Teil der Schichtdicke erzielt werden. Im Gegensatz dazu werden die Einstellungen beim Lackieren einer Fläche hauptsächlich hinsichtlich Schichtdickengleichmäßigkeit durch Überlappung der Lackierbahnen, Wirkungsgrad sowie Vermeidung einer Verschmutzung der Zerstäuber durch Eigenbeschichtung optimiert.

[0005] Bisher wurde meist versucht, mit den Lackierparametern der Fläche auch die Randbereiche zu lackieren und zur Erzielung akzeptabler Ergebnisse die Position der parallelen Randbahnen für zwei Seiten sowie die Position der Wendepunkte der Bahnen für die beiden anderen Seiten zu variieren. Dabei kommt es je nach Lage der Bahn zu Überbeschichtung und/oder zu erhöhtem Lackverlust durch Overspray, wenn der Sprühstrahl zu weit über den Rand des zu beschichtenden Objektes hinausreicht. Bei Randbahnen entsteht generell ein höherer Anteil an Overspray als durch Bahnen auf der Innenfläche.

[0006] Die bisher üblichen Verfahren haben somit Nachteile wie nicht optimale Beschichtung der Rand- und/oder Innenbereiche der zu beschichtenden Fläche wegen der Verwendung gleicher Parameter, ungleichmäßig beschichtete Ränder wegen der Bahnwendepunkte und zu hohe Overspray-Verluste. Demgemäß liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bzw. System anzugeben, bei dem diese Nachteile vermieden werden und eine über die gesamte Fläche des zu beschichtenden Objektes optimale Beschichtung mit geringen Overspray-Verlusten ermöglicht wird.

[0007] Diese Aufgabe wird durch das in den Patentansprüchen gekennzeichnete Verfahren bzw. System gelöst.

[0008] Bei dem hier beschriebenen Verfahren kann also um die zu beschichtende Fläche teilweise oder über ihren ganzen Umfang ein Rahmen mit einer oder auch mehreren Randbahnen gezogen werden, der unter Steuerung durch ideal auf den Randbereich insbesondere hinsichtlich Lackverteilung, Kantenlackierung, Schichtdickenaufbau und Wirkungsgrad optimierte Parameter erzeugt wird. Der als Füllfläche verbleibende Innenbereich kann mit für die Flächenbeschichtung insbesondere hinsichtlich Schichtdickenverteilung, Wirkungsgrad und Verschmutzung optimierten Parametern beschichtet werden, vorzugsweise mit parallelen Bahnen, die optimale Überlappung ermöglichen.

[0009] Die zur Beschichtung der Fläche erforderlichen Bahnen können z.B. je nach Lackierkonzept durch einen Zerstäuber oder auch auf mehrere Zerstäuber aufgeteilt erzeugt werden. Beispielsweise können also eine oder mehrere Randbahnen mit dem einen Zerstäuber und die Bahnen des Innenbereichs mit einem anderen Zerstäuber aufgetragen werden.

[0010] Auch die Reihenfolge der Beschichtung, also ob z.B. zuerst der Rahmen oder zuerst die Innenbereichsbahnen aufgetragen werden, hängt von den Bedingungen des jeweiligen Anwendungsfalls ab wie beispielsweise von der zur Verfügung stehenden Lackierzeit, dem Lackierkonzept, der Anzahl der Zerstäuber oder von anderen sich auf den Prozess auswirkenden Parametern.

[0011] In manchen Fällen kann es zweckmäßig sein, dass zwischen der Randbahn bzw. den Randbahnen und einer benachbarten Bahn des Innenbereichs mindestens eine Anpassungsbahn aufgetragen wird, zu de-

ren Erzeugung der Zerstäuber oder sonstige Applikator von einem dritten gespeicherten Lackierparametersatz gesteuert wird. Die Anpassungsbahn kann durch die Geometrie der zu beschichtenden Fläche bedingte, beispielsweise nicht parallel verlaufende Außenkonturen ausgleichen oder auch Differenzen, die sich ergeben, wenn sich die Fläche zwischen den Rand- oder Rahmenbereichen nicht optimal oder gleichmäßig aufteilen lässt. Die Anpassungsbahn kann je nach der Geometrie der zu lackierenden Fläche mit sich längs der Bahn stufenweise oder gleichmäßig bzw. kontinuierlich verändernden Lackierparametern wie Lenkluft, Ausflussmenge, Lackiergeschwindigkeit, Lackierabstand, Hochspannung, Drehzahl usw. erzeugt werden.

[0012] Wesentliche Vorteile der Erfindung sind somit u.a.

- gleichmäßig gute Randbeschichtung um die gesamte Fläche unabhängig von der Beschichtungsrichtung;
- bessere Schichtdickenverteilung auf dem zu lackierenden Bauteil mit sich daraus ergebenden Vorteilen bezüglich Farbton und Lackverlusten;
- weniger Overspray und dadurch geringere Lackverluste;
- höhere Produktionssicherheit an kritischen Stellen und somit weniger Lackfehler wie "Kocher", "Läufer" usw.
- Möglichkeit der einfacheren automatischen Generierung der Bahnen des Innenbereichs der Fläche.

[0013] An dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Erfindung näher erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 den einfachsten Fall einer erfindungsgemäß beschichteten rechteckigen Fläche; und
 Fig. 2 zur Beschichtung eines Bauteils mit unregelmäßigen Konturen erzeugte Lackbahnen.

[0014] Die Oberfläche des in Fig. 1 dargestellten Bauteils 1 soll beispielsweise in der bei der Karossenlackierung an sich üblichen Weise mit an einem Lackierroboter oder einer sonstigen programmgesteuerten mehrachsigen Beschichtungsmaschine montierten elektrostatischen Rotations- oder Luftzerstäubern lackiert werden. Zu diesem Zweck wird die Oberfläche erfindungsgemäß in zwei jeweils gesondert zu lackierende Bereiche aufgeteilt, nämlich in einen über den gesamten Umfang der Fläche verlaufenden Randbereich 2 als Rahmen mit einer vorbestimmten Breite und den innerhalb des Rahmens verbleibenden Innenbereich 3. Für jeden dieser beiden Bereiche enthält das gespeicherte Steuerprogramm in dem Steuersystem der Beschichtungsanlage einen eigenen Satz von Lackierparametern wie Farbmenge, Sprühkegelformung usw. (üblicherweise als Brush bezeichnet), der zur Steuerung der jeweiligen Zerstäuber für die jeweils zu erzeugenden

Bahnen aus Lack oder sonstigem Beschichtungsmaterial verwendet wird. Wie schon erwähnt wurde, kann die Beschichtung in beliebiger Reihenfolge mit jeweils einem oder mehreren Zerstäubern erfolgen und der Randbereich aus einer oder mehreren, ggf. einander überlappenden Bahnen erzeugt werden.

[0015] In Fig. 2 sind am Beispiel eines Bauteils 10 mit nicht rechteckiger Form die in dem Randbereich 12, der den wie in Fig. 1 umlaufenden Rahmen bildet, zu erzeugende Bahn und die Bahnen für den verbleibenden zu füllenden Innenbereich 13 genauer dargestellt.

[0016] Demgemäß wird mit einem ersten Parametersatz oder Brush auf dem entlang dem Rand des Bauteils verlaufenden Randbereich 12 die Randbahn 14 aufgetragen. Mit einem zweiten Brush wird der Innenbereich 13 mit einander überlappenden Längsbahnen 16, 17, 18 und 19 beschichtet, die darstellungsgemäß annähernd parallel zu den in der Zeichnung oberen und unteren Seitenrändern des Bauteils 10 z.B. in den durch die Pfeile angegebenen Richtungen aufgetragen werden. Diese Längsbahnen werden an ihren Enden an den quer zu den oberen und unteren Seitenrändern verlaufenden Rändern des Bauteils als "Wendepunkte" durch kurze Querbahnen 20, 21 und 22 verbunden, die annähernd parallel zu den jeweils benachbarten Rändern des Bauteils 10 verlaufen.

[0017] Beispielsweise an der Stelle, wo die äußerste Längsbahn 19 des Innenbereichs 13 dem zu ihr annähernd parallelen Teil der Randbahn 14 benachbart ist, kann es zweckmäßig sein, zwischen diesen beiden Bahnen 14 und 19 unter Steuerung durch einen eigenen, dritten Brush eine zu ihnen etwa parallele Anpassungsbahn 24 aufzutragen, ggf. anschließend an eine zusätzliche kurze Querbahn 23, die am Ende der Längsbahn 19 beispielsweise noch unter Steuerung der Lackierparameter des Innenbereichs erzeugt werden kann.

[0018] Der Innenbereich 13 kann gemäß dem dargestellten Beispiel in zwei zu einer zu den Längsbahnen parallelen Mittellinie symmetrische Teilbereiche unterteilt sein, die jeweils durch eine eigene Gruppe von Längsbahnen 16 bis 23 mit zugehöriger Anpassungsbahn 24 beschichtet wird. Die den Bahnen 16 bis 23 einschließlich der kurzen Verbindungsbahnen 21 und 22 entsprechende, unter Steuerung durch das erwähnte zweite Programm erzeugte Beschichtungsbahn ist mit 15 bezeichnet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum automatischen Beschichten einer von einem Rand des zu beschichtenden Objektes (1, 10) begrenzten Fläche mit mindestens einem Applikator für das Beschichtungsmaterial, der von einer Beschichtungsmaschine unter Steuerung durch mindestens ein Programm, das Daten für die Steuerung der Applikatorbewegung und Beschichtungsparameter für die Steuerung der Beschich-

tung enthält, über die Fläche bewegt wird und hierbei Bahnen (14-24) aus dem Beschichtungsmaterial aufträgt,

dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Beschichtungsparametersätze gespeichert werden, von denen der erste Parametersatz Beschichtungsparameter für die Beschichtung eines entlang dem Rand des Objektes (1, 10) verlaufenden Randbereiches (2, 12) der zu beschichtenden Fläche und der zweite Parametersatz die Beschichtungsparameter für den an den Randbereich angrenzenden Innenbereich (3, 13) der Fläche enthält, und dass der Applikator zum Auftragen mindestens einer Randbahn (14) auf den Randbereich (12) längs des Randes bewegt und hierbei von dem ersten Parametersatz gesteuert wird, während der Applikator zum Auftragen der Bahnen (16-23) des Innenbereiches (13) der Fläche von dem zweiten Parametersatz gesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Randbahn (14) mindestens an zwei quer zueinander verlaufenden Rändern des zu beschichtenden Objektes (13) aufgetragen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Randbahn (14) über den gesamten Umfang der zu beschichtenden Fläche aufgetragen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Randbahn (14) oder den Randbahnen und einer benachbarten Bahn (19) des Innenbereiches (13) mindestens eine Anpassungsbahn (24) aufgetragen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzeugung der Anpassungsbahn (24) der Applikator von einem dritten gespeicherten Beschichtungsparametersatz gesteuert wird.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bahnen der Rand- und Innenbereiche von demselben Applikator aufgetragen werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Randbahn (14) von einem ersten Applikator und mindestens eine andere Bahn (16-24) von einem zweiten Applikator aufgetragen wird.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Teil der Bahnen (16-19) des Innenbereiches

(13) parallel zueinander und einander überlappend aufgetragen werden, wobei jeweils zwei parallele Bahnen durch entlang dem Randbereich (12) aufgetragene kürzere Bahnabschnitte (21, 22) verbunden werden.

9. Steuersystem für eine Anlage zum automatischen Beschichten einer von einem Rand des zu beschichtenden Objektes (1, 10) begrenzten Fläche mit mindestens einem Zerstäuber oder sonstigen Applikator für das Beschichtungsmaterial, der von einer Beschichtungsmaschine unter Steuerung durch mindestens ein Programm, das Daten für die Steuerung der Applikatorbewegung und Beschichtungsparameter für die Steuerung der Beschichtung enthält, über die Fläche bewegbar ist und hierbei Bahnen (14-24) aus dem Beschichtungsmaterial aufträgt, und mit einer Programmsteuereinrichtung, deren Speicher das Steuerprogramm für die Beschichtungsmaschine enthält,

dadurch gekennzeichnet, dass der Speicher der Programmsteuereinrichtung mindestens zwei Beschichtungsparametersätze enthält, von denen der erste Parametersatz Beschichtungsparameter für die Beschichtung eines entlang dem Rand des Objektes (1, 10) verlaufenden Randbereiches (2, 12) der zu beschichtenden Fläche und der zweite Parametersatz die Beschichtungsparameter für den an den Randbereich angrenzenden Innenbereich (3, 13) der Fläche enthält, wobei der Applikator zum Auftragen mindestens einer Randbahn (14) auf den Randbereich (12) längs des Randes des Objektes bewegbar ist und hierbei von dem ersten Parametersatz gesteuert wird, während der Applikator zum Auftragen der Bahnen (16-23) des Innenbereiches (13) der Fläche von dem zweiten Parametersatz gesteuert wird.

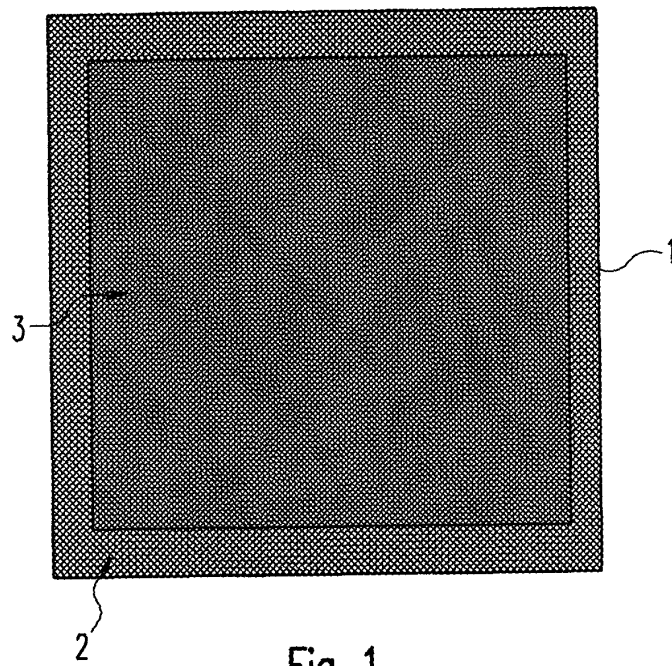


Fig. 1

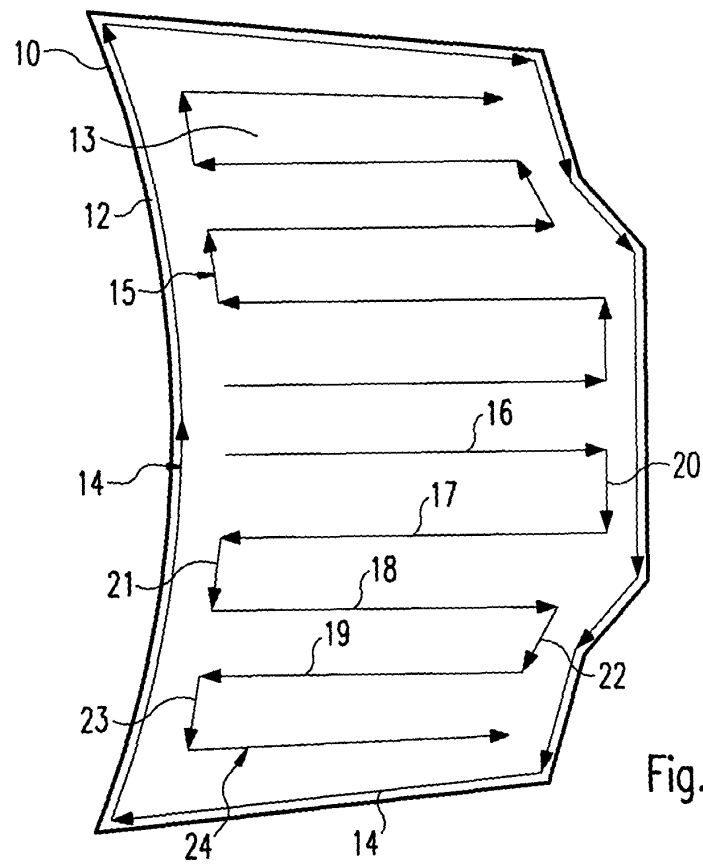


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 01 5196

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	FR 2 770 155 A (CERGI SA) 30. April 1999 (1999-04-30) * Seite 4, Zeile 5 - Seite 7, Zeile 25; Abbildungen *	1-3,6,8, 9	B05B12/12 B05B13/04
X	FR 2 754 743 A (INOPLAST SA) 24. April 1998 (1998-04-24) * Seite 4, Zeile 27 - Seite 8, Zeile 10; Abbildungen *	9	
X	US 3 606 162 A (LEHMANN, ERNST) 20. September 1971 (1971-09-20) * Spalte 5, Zeile 61 - Spalte 6, Zeile 46; Abbildungen *	9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B05B B05C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 15. Oktober 2003	Prüfer Innecken, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 01 5196

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-10-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR 2770155	A	30-04-1999	FR	2770155 A1	30-04-1999
FR 2754743	A	24-04-1998	FR	2754743 A1	24-04-1998
US 3606162	A	20-09-1971	DE	1805145 A1	03-09-1970
			JP	48020212 B	19-06-1973

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82