

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 934 777 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.08.1999 Patentblatt 1999/32

(51) Int. Cl.⁶: **B05B 12/00**, B05B 13/04

(21) Anmeldenummer: 99101481.2

(22) Anmeldetag: 27.01.1999

(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: 04.02.1998 DE 19804400

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

(72) Erfinder: **Sievänen, Tenho**
71717 Beilstein (DE)

(74) Vertreter:
Heusler, Wolfgang, Dipl.-Ing.
Dr. Dieter von Bezold
Dipl.-Ing. Peter Schütz
Dipl.-Ing. Wolfgang Heusler
Brienner Strasse 52
80333 München (DE)

(54) Verfahren und Programmsteuersystem zum Erzeugen von Steuerdaten für eine Beschichtungsanlage

(57) Zum Erzeugen von Steuerdaten für eine programmgesteuerte Anlage zur Serienbeschichtung von Kraftfahrzeugen werden dem Konturenverlauf der Karosserie entsprechende Konturenpunkte in Form von Daten gespeichert, welche die Lage der Konturenpunkte in einem Referenzkoordinatensystem definieren. Aufgrund eines in Form eines Bitmap-Pixelmusters

gespeicherten Bildes der Karosserie und der gespeicherten Konturenpunktkoordinaten werden selbsttätig die von den Beschichtungsmaschinen anzufahrenden Positionen sowie die Ein- und Ausschaltpunkte der die Lackbahnen absprühenden Applikationsorgane errechnet und an eine Bahnsteuerung weitergegeben.

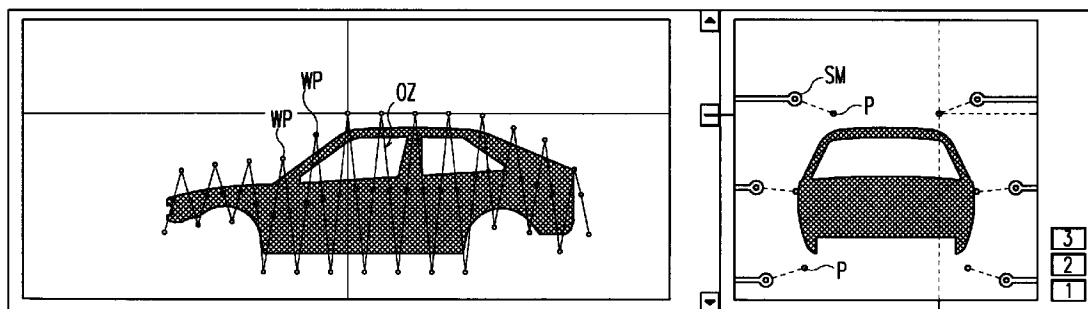


Fig. 2

EP 0 934 777 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein zur Durchführung des Verfahrens verwendbares Programmsteuersystem.

[0002] Die Programmierung der automatischen Bewegungsabläufe in Kraftfahrzeugbeschichtungsanlagen, in denen alle Maschinenbewegungen in Bezug auf den Weg der durch den jeweiligen Lackierbereich geförderten Karosse definiert werden, erfolgt unter Verwendung von Steuerrechnersystemen mit grafischer Bedieneroberfläche. Es ist bekannt, auf dem Monitor des Steuerrechners die zu beschichtende Karosse in Form ihrer Umrißlinien darzustellen, die dem Bediener als maßstabsgetreue Orientierungshilfe bei der manuellen Eingabe der Steuerdaten für die vom Bewegungsprogramm anzufahrenden Konturenpunkte oder die zu erzeugenden Lackbahnen dienen (DÜRR Produktinformation EcoScreen 4/97; DE-Patent 196 37 730). Nur die Koordinaten der vom Bediener mit dem Cursor gewählten Bewegungsbahnpunkte, die von der Beschichtungseinrichtung angefahren werden sollen, werden im Rechnersystem gespeichert. Nicht nur diese Bewegungsbahnpunkte und die Ein- und Ausschaltpunkte der Applikationsorgane, also Anfang und Ende der abgesprühten Lackbahnen oder dgl., sondern auch die Sprühwinkel für möglichst senkrechtes Auftreffen des Beschichtungsmaterials auf den betreffenden Werkstückflächen mußten bisher manuell eingegeben werden.

[0003] Zur Unterstützung der Eingabe werden im Rechnerprogramm Plausibilitätsprüfungen durchgeführt, um fehlerhafte oder extreme Bewegungsabläufe zu vermeiden, die von der Beschichtungseinrichtung nicht ausgeführt werden können. Weitere Rechenbausteine dienen zur Berechnung einzelner Bewegungskomponenten zusätzlich zu der vom Bediener definierten Grundbewegung, beispielsweise des Lackierwinkels oder im Falle mitfahrender Beschichtungsmaschinen der betreffenden Bewegungen (Mitfahrachsen) synchron mit oder entgegen der Förderbewegung.

[0004] Das manuelle Erstellen der Bewegungsbahn nach dem bekannten Verfahren ist nicht nur sehr zeitaufwendig, sondern auch für eine gute Lackierung zu ungenau, so daß häufig nachträgliche Optimierungsarbeiten an den Beschichtungsmaschinen erforderlich sind. Bei einer späteren Änderung der Lackierbahn etwa bei geänderter Oszillationsfrequenz muß der Bediener häufig das gesamte Bewegungsprogramm neu erstellen. Ferner war es bisher kaum möglich, bei der Definition der Bewegungsbahn eine über die gesamte zu beschichtende Fläche gleichmäßige Bewegung zu erreichen. Vor allem war es bisher nicht möglich, schon bei der Dateneingabe am Bildschirm zu überprüfen, ob durch das Programmieren Kollisionsbereiche entstehen, so daß es in der Praxis notwendig

war, nach dem Erstellen des Bewegungsprogramms zunächst an einer Probekarosse festzustellen, ob und wo unzulässige Annäherungen zwischen den Beschichtungsmaschinen und der Karosse auftreten, und das Programm dann entsprechend zu überarbeiten, was sehr zeit- und arbeitsaufwendig ist.

[0005] Demgemäß liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und ein entsprechendes System anzugeben, die eine wesentlich schnellere, einfachere und genauere Programmierung der Beschichtungseinrichtung ermöglichen und insbesondere schon während der Programmierung eventuelle Kollisionen zwischen Maschine und Werkstück mit Sicherheit auszuschließen gestatten.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

[0007] Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0008] Aufgrund der Erfindung wird auf einfache Weise bei der ursprünglichen Bewegungsbahnerstellung stets genau der vorgeschriebene Abstand zwischen den Beschichtungsmaschinen und dem Werkstück eingehalten. Die Genauigkeit der programmierten Bahnen ist höher als bei dem bekannten Verfahren, so daß keine oder weniger nachträgliche Optimierungsarbeiten notwendig werden. Die Erfindung vermeidet aber nicht nur die geschilderten Nachteile des bekannten Verfahrens, sondern hat weitere praktisch wichtige Vorteile. Beispielsweise ist das Verfahren nicht an ein bestimmtes Datenformat gebunden. Ferner ist es wesentlich kostengünstiger als bei Anwendung eines CAD-Systems zur Erzeugung des Bewegungsprogramms. Ungeachtet der vielen unterschiedlichen Karossenformen oder sonstigen zu beschichtenden Werkstücke können nahezu übereinstimmende Bewegungen der Beschichtungseinrichtung relativ zu der Werkstückoberfläche erreicht werden.

[0009] Das Programmieren wird in besonderem Maße vereinfacht und beschleunigt, wenn nicht nur die von der Beschichtungseinrichtung anzufahrenden Positionen, also die Bewegungsbahnen der Beschichtungsmaschinen, sondern in Weiterbildung der Erfindung auch die Ein- und Ausschaltpunkte des Applikationsorgans bei seinen Bewegungen relativ zum Werkstück automatisch vom Steuersystem definiert werden.

[0010] Die Vereinfachung und Beschleunigung der Programmierung durch Automatisierung der bisher nur manuell möglichen Eingabe der erwähnten Steuerdaten zeigt sich in besonderem Maße bei Werkstücken mit Aussparungen wie z.B. Fenstern oder sonstigen, nicht zu beschichtenden Bereichen, die bei der Programmierung berücksichtigt werden sollen.

[0011] Am Beispiel der automatischen Bestimmung der Bewegungs- und Schaltpunkte einer programmgesteuerten Beschichtungseinrichtung für Kraftfahrzeugkarossen wird die Erfindung näher erläutert. In der

Zeichnung zeigen

Fig. 1 ein als Bitmap gespeichertes Bild einer Kraftfahrzeugkarosse zur Erläuterung der Konturerfassung;

Fig. 2 die Definition der Bewegung einer Seitenmaschine an dem auf einem Bildschirm dargestellten Bild einer Karosse; und

Fig. 3 die Definition des Lackierbereiches über die Seitenflächen der Karosse gemäß Fig. 2.

[0012] Als erster Schritt des beschriebenen Verfahrens wird das Bild einer später zu beschichtenden Karosse in einem Bitmap-Speicher als Bitmap (aus Einzelbits bestehendes Punkt- oder Pixelmuster) gespeichert. Dieses zweidimensionale Datenbild oder Pixelmuster kann in an sich bekannter Weise beispielsweise mit Hilfe eines Scanners aufgrund einer Zeichnung oder eines Fotos oder dgl. erstellt oder auch aus einem CAD-System übernommen werden.

[0013] Es werden vier verschiedene Datenbilder gespeichert, die die Karosse in ihren Seiten-, Dach-, Front- und Heckansichten zeigen.

[0014] Jedes dieser vier zur Verfügung stehenden Datenbilder wird mit Hilfe eines Standard-Bildverarbeitungsprogramms (z.B. PAINT in Windows 95) so modifiziert, daß die Flächenteile der Karosse bei Darstellung auf einem Bildschirm in einem Farbton erscheinen, der sich von der Hintergrundfläche unterscheidet. Zweckmäßig kann der Hintergrund weiß sein und die Gesamtfläche der Karosse eine sich hiervon deutlich unterscheidende beliebige Farbe haben.

[0015] Das Pixelmuster könnte schon bei seiner Erzeugung in Verbindung mit Dateninformationen gespeichert werden, die seine räumliche Lage und diejenige jedes Pixels oder ausgewählter Pixel in einem Referenzkoordinatensystem definieren, auf das dann auch die Bewegungssteuerung der Beschichtungseinrichtung bezogen wird. Wenn das erzeugte und gespeicherte Pixelmuster an sich noch keine für das Steuersystem definierte Lage hat, wird in dem zur Erzeugung des Steuerprogramms für die Beschichtungsmaschinen an sich üblichen Visualisierungssystem (DÜRR EcoScreen) bei dem hier beschriebenen Verfahren ein Unterprogramm verwendet, das in der Lage ist, aus den erwähnten zur Verfügung gestellten Datenbildern jeweils die Konturen der betreffenden Karossen zu erfassen und deren Lage in einem Referenzkoordinatensystem oder in einer Referenzfläche zu definieren. Wie in Fig. 1 am Beispiel der Seitenansicht erkennbar ist, werden von dem Unterprogramm in der Bitmap vier Konturen vermessen, nämlich diejenigen der oberen und unteren Ränder der Karosse sowie der oberen und unteren Fensterränder. Zum Erfassen der Konturen werden hierbei in je nach gewünschter Feinheit gewählten Abständen längs der X-Achse die sich

längs der X-Achse ändernden Y-Koordinaten als Abstände der Karossenkonturen von definierten Referenzlinien, hier den oberen oder unteren Bildrändern ermittelt und als Dateninformation gespeichert. In Fig. 1 sind diese Y-Koordinaten durch die Pfeile K1, K2, K3 und K4 dargestellt. Der Abstand der erfaßten Konturenpunkte voneinander ist die gewünschte Auflösung, die im Extremfall einem Bit der Bitmap entspricht.

[0016] In entsprechender Weise werden die Konturen der drei anderen Karossenansichten aus den betreffenden Datenbildern erfaßt. Beispielsweise aus den dem Pfeil K1 entsprechenden Konturendaten des oberen Karossenrandes kann der Rechner des Programmsteuersystems nun selbsttätig die erforderlichen Bewegungspunkte der betreffenden Beschichtungsmaschine errechnen; im betrachteten Fall also die Bewegungsbahn der Dachmaschine. Der Konturenverlauf der Maschinenbewegung entspricht den gemessenen Abständen der Kontur von ihrer Referenzlinie, also dem oberen Bildrand in Fig. 1, korrigiert um den vorgeschriebenen, beispielsweise vom Bediener eingegebenen Abstand des Applikationsorgans von der Karossoberseite.

[0017] Für die Beschichtung der übrigen Seiten der Karosse gilt entsprechendes.

[0018] Es werden also jeweils aus den oder aufgrund der gespeicherten Bilderzeugungsdaten für die gewünschte Auflösung gewählte Konturenpunkte in Form von Daten gespeichert, welche die Lage der Konturenpunkte in einem Referenzkoordinatensystem definieren, und die anzufahrenden Bahnpunkte werden von dem Unterprogramm selbsttätig aufgrund der Konturendaten zur Bildung der "Hüllkurve" der Koordinaten der Bahnpunkte errechnet.

[0019] Welche Konturen das erwähnte Unterprogramm erfaßt, kann der Bediener anfordern, beispielsweise indem er auf seinem Monitor die Cursorposition auf eine entsprechende Stelle des angewählten und dargestellten Karossenbildes einstellt. Das Unterprogramm erkennt dann an dieser Stelle die vom betreffenden Bildrand aus gesehen erste Pixelposition der nicht weißen Karossenfläche z.B. entsprechend den Pfeilen K1 oder K2 in Fig. 1. Handelt es sich um eine innere Ausnehmung wie im betrachteten Fall um ein Fenster, so spricht das Unterprogramm dagegen auf den Wechsel zwischen dem letzten nicht weißen Pixel und der weißen Fläche nach Erreichen einer nicht weißen Fläche entsprechend den Pfeilen K3 und K4 an.

[0020] Ferner kann der Bediener durch Ansteuern des auf dem Monitor dargestellten Bildes mit dem Cursor bestimmen, an welcher Stelle der Karosse die Beschichtung beginnen soll.

[0021] Außer den Bewegungsbahnpunkten kann der Rechner aufgrund der gespeicherten Konturendaten auch selbsttätig die erforderlichen Ein- und Ausschaltpunkte der Applikationsorgane errechnen. Zu diesem Zweck muß ihm lediglich beispielsweise vom Bediener oder durch vorgegebene Daten mitgeteilt werden, wel-

che Strecken das Applikationsorgan zwischen Einschalten und Erreichen der zu beschichtenden Fläche sowie zwischen dem Verlassen dieser Fläche und dem Abschalten des Sprühvorgangs zurückzulegen hat. Unter Berücksichtigung dieser vorgegebenen Strecken, die ihrerseits u.a. von den Konturenkurven an den betreffenden Stellen abhängen, und der Geschwindigkeit der Applikationsbewegungen werden die Schaltpunkte aus den gespeicherten Konturendaten errechnet.

[0022] Die richtigen Ein- und Ausschaltpunkte kann der Bediener anhand des auf seinem Monitor dargestellten Karossenbildes kontrollieren.

[0023] Das Karossenbild wird unter Verwendung der erwähnten Bitmap auf dem Bildschirm flächig in einem Farbton dargestellt, der sich von dem z.B. weißen Hintergrund abhebt, wie in Fig. 2 und 3 erkennbar ist. Fig. 2 zeigt die Definition der üblichen Oszillationsbewegungen OZ einer Seitenmaschine, deren Wendepunkte WP aufgrund der gespeicherten Daten der oberen und unteren Karossenkonturen unter Berücksichtigung der gewünschten und beispielsweise vom Bediener eingegebenen Überschwingweiten und der entsprechend den gewünschten Lackbahnen und der Karossenform eingegebenen Oszillationsbreite (gegenseitiger Abstand der Wendepunkte WP) errechnet werden. Die errechneten Werte können vom Bediener geändert werden, was durch Verschieben auf den Bildschirm angezeigt wird.

[0024] Die rechte Hälfte der Fig. 2 zeigt eine Darstellung der Frontansicht der Karosse auf dem Bildschirm zwischen je einer Seitenmaschine SM in drei verschiedenen Stellungen, die die Maschine bei der Beschichtung aufgrund der selbsttätig errechneten Bewegungsbahnpunkte P im richtigen seitlichen Abstand unter Berücksichtigung der seitlichen Karosswölbungen einnehmen soll.

[0025] Aufgrund der gespeicherten Konturendaten werden auch die Winkelrichtungen (Lackierwinkel) selbsttätig errechnet, in denen das Beschichtungsmaterial von der Beschichtungseinrichtung senkrecht zur jeweiligen Karossenfläche abgesprüht wird.

[0026] Gemäß Fig. 2 müssen zur Bestimmung der Bewegungsbahn entlang den Seitenflächen mindestens drei Bahnpunkte (horizontale Abstände) für jede der vertikalen Oszillationsbewegungen errechnet werden. In anderen Fällen, z.B. zur Definition der Bewegung einer Dachmaschine, werden eine größere Anzahl von Bahnpunkten errechnet. In der Regel ist die notwendige Zahl von errechneten Bahnpunkten aber wesentlich geringer als die Zahl der an der betreffenden Kontur gemäß Fig. 1 ermittelten und gespeicherten Konturenpunkte.

[0027] Fig. 3 erläutert die Definition des Lackierbereiches über die gesamte Seitenfläche der Karosse unter Berücksichtigung der Ein- und Ausschaltpunkte des Applikationsorgans bei seinen Vertikalbewegungen. Die in der üblichen Weise etwa von Rotationszerstäubern

erzeugten Lackbahnen LB verlaufen zwischen den gestrichelten vertikalen Linien. Die vom Steuersystem errechneten, vom Bediener bei Bedarf unter Vertikalverschiebung auf dem Bildschirm korrigierbaren Schaltpunkte zur oberen und unteren Begrenzung der abgesprühten Lackbahnen sind durch die horizontalen Grenzlinien SP veranschaulicht.

[0028] Außer den gewünschten Schaltpunkten, Überschwingweiten, Bewegungsstartpunkten usw. kann der Bediener weitere Vorgaben etwa über Geschwindigkeit oder Oszillationsfrequenz eingeben und insbesondere auch die im DE-Patent 196 37 730 beschriebene Relativverschiebung der Lackauftreffpunkte verschiedener Beschichtungsvorrichtungen durchführen.

[0029] Das zum Durchführen des Verfahrens verwendete Programmsteuersystem kann mit Ausnahme der beschriebenen besonderen Funktionen wie insbesondere der Speicherung der Konturendaten und der mit diesen Daten arbeitenden Rechenbausteine dem schon bisher bekannten System entsprechen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen von Steuerdaten für eine Anlage zur programmgesteuerten Serienbeschichtung von Werkstücken wie z.B. Kraftfahrzeugkarossen, bei dem einem zu beschichtenden Werkstück entsprechende Daten zur Erzeugung eines Bildes des Werkstücks gespeichert werden; aufgrund dieses Bildes der Kontur des Werkstücks entsprechende Positionen bestimmt werden, zu denen eine Beschichtungseinrichtung der Anlage während der Beschichtung bewegt werden soll; und aufgrund der so bestimmten Positionen selbsttätig ein Bewegungsteuerprogramm für die Beschichtungseinrichtung erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet, daß für eine gewünschte Auflösung gewählte Konturenpunkte des Werkstücks in Form von Konturendaten gespeichert werden, welche die Lage der Konturenpunkte in einem Referenzkoordinatensystem definieren, und daß die von der Beschichtungseinrichtung anzufahrenden Positionen selbsttätig aufgrund der gespeicherten Konturendaten errechnet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bild des Werkstücks in Form einer Bitmap gespeichert wird, die durch Scannen eines sichtbaren Bildes oder unter Verwendung eines CAD-Systems erstellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das erzeugte Bild auf dem Bildschirm eines Steuerrechners dargestellt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Bild als Pixelmuster gespeichert wird und die Flächenteile des Werkstücks auf dem

Bildschirm in einem Farbton dargestellt werden, der sich von der Hintergrundfläche unterscheidet.

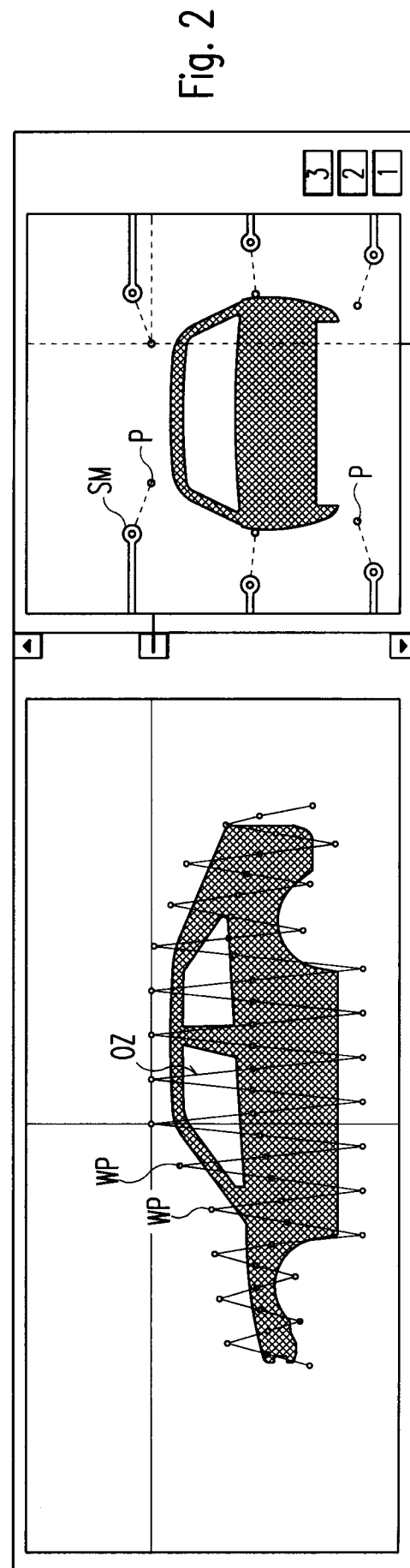
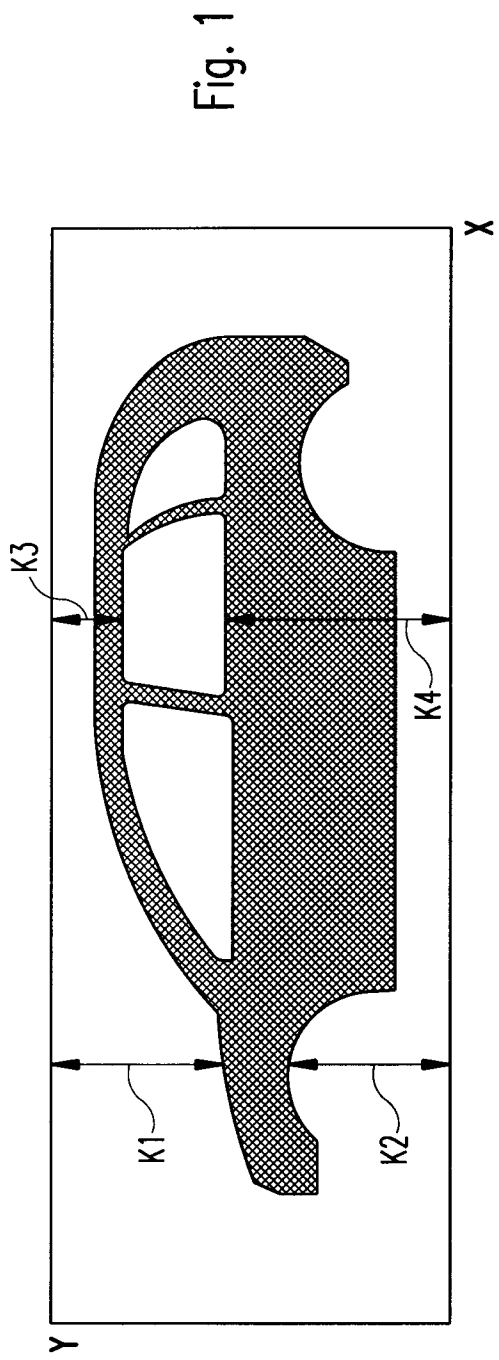
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß aufgrund der gespeicherten Konturendaten selbsttätig der Konturenverlauf des Bildes als sich längs des Werkstücks ändernder Abstand der Bildfläche von einer Bezugslinie ermittelt wird. 5
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Beschichtungseinrichtung anzufahrenden Positionen unter Berücksichtigung des vorgegebenen oder manuell eingegebenen vorgeschriebenen Abstands des Applikationsorgans von der Werkstückoberfläche errechnet werden. 10
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß aufgrund der gespeicherten Konturendaten auch die Ein- und Ausschaltpunkte des über das Werkstück hinwegbewegten Applikationsorgans beim Erreichen und Verlassen der Flächen des Werkstücks selbsttätig errechnet werden. 20
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß aufgrund der gespeicherten Konturendaten auch die Winkelrichtungen selbsttätig errechnet werden, in denen das Beschichtungsmaterial von der Beschichtungseinrichtung senkrecht zur jeweiligen Werkstückfläche abgesprüht wird. 25
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Flächenbilder gespeichert werden, die das Werkstück in unterschiedlichen Ansichten zeigen. 30
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in das Steuersystem manuell Steuerbefehle eingegeben werden, die den Anfangspunkt der Beschichtung am Werkstück und/oder den gegenseitigen Abstand der von der Beschichtungseinrichtung anzufahrenden Positionen und/oder die von dem Applikationsorgan zwischen Einschalten und Erreichen der zu beschichtenden Fläche sowie zwischen dem Verlassen dieser Fläche und dem Abschalten zurückzulegenden Strecken und/oder die Geschwindigkeit des Applikationsorgans bestimmen. 40
11. Programmsteuersystem zum Erzeugen von Steuerdaten für eine Anlage zur programmgesteuerten Serienbeschichtung von Werkstücken wie z.B. Kraftfahrzeugkarossen, in dem einem zu beschichtenden Werkstück entsprechende Daten zur Erzeugung eines Bildes des Werkstücks speicherbar 45

sind; aufgrund dieses Bildes der Kontur des Werkstücks entsprechende Positionen bestimmbar sind, zu denen eine Beschichtungseinrichtung der Anlage während der Beschichtung bewegt werden soll; und

aufgrund der so bestimmten Positionen selbsttätig ein Bewegungssteuerprogramm für die Beschichtungseinrichtung erzeugbar ist,

dadurch gekennzeichnet, daß

ein Speicher vorgesehen ist, in dem für eine gewünschte Auflösung gewählte Konturenpunkte des Werkstücks in Form von Daten gespeichert werden, welche die Lage der Konturenpunkte in einem Referenzkoordinatensystem definieren, und daß ein Rechner vorgesehen ist, der in der Lage ist, die von der Beschichtungseinrichtung anzufahrenden Positionen selbsttätig aufgrund der gespeicherten Daten zu errechnen.



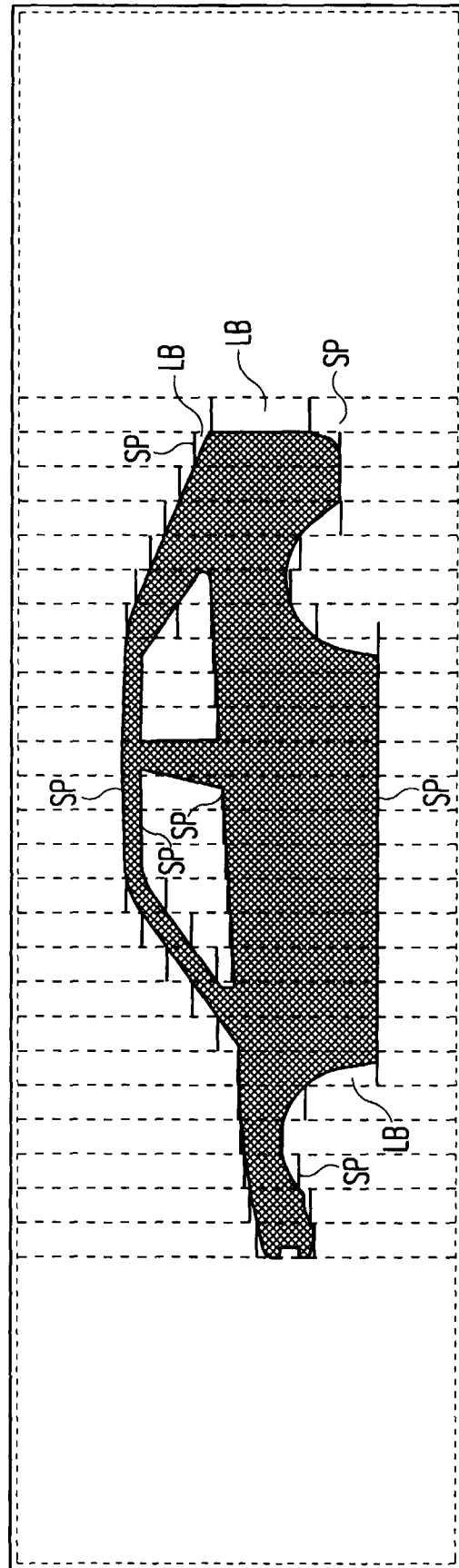


Fig. 3