



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 61 567 A1** 2005.07.28

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 61 567.9**

(22) Anmeldetag: **23.12.2003**

(43) Offenlegungstag: **28.07.2005**

(51) Int Cl.⁷: **G06F 17/50**
B62D 65/00

(71) Anmelder:
Oldendorf, Heiko, 71069 Sindelfingen, DE

(74) Vertreter:
Witte, Weller & Partner, 70178 Stuttgart

(72) Erfinder:
gleich Anmelder

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 40 06 949 A1

US 58 77 968 A

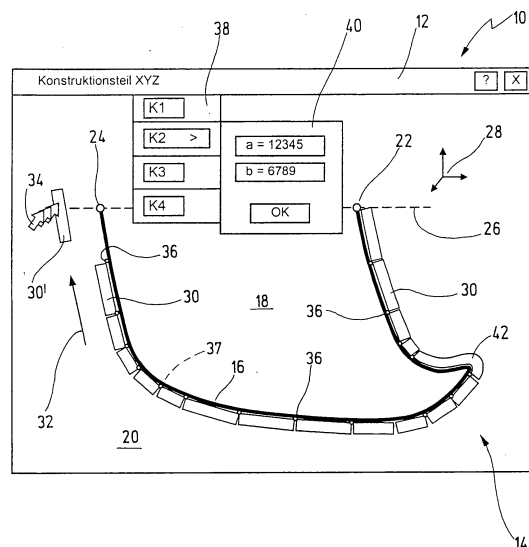
US 56 21 872 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Konstruieren eines Formteils, insbesondere eines Karosseriebauteils für den Kraftfahrzeugbau**

(57) Zusammenfassung: Zum Konstruieren eines Formteils, insbesondere eines Karosseriebauteils, unter Verwendung eines computergestützten Konstruktionswerkzeuges (10) wird vorgeschlagen, zunächst eine Randkurve (16) zu erzeugen. Anschließend wird an einer Stelle der Randkurve (16) ein erster Aufhängepunkt (22) festgelegt. Nachfolgend wird ein erstes Konstruktionselement (30) im Bereich des Aufhängepunktes (22) an die Randkurve (16) angefügt. Weitere Konstruktionselemente (30, 30') werden perlenschnurartig an das erste Konstruktionselement (30) und damit auch an die Randkurve (16) angefügt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Konstruieren eines Formteils, insbesondere eines Karosseriebauteils für den Kraftfahrzeugbau, unter Verwendung eines computergestützten Konstruktionswerkzeuges sowie eine entsprechende Vorrichtung mit einem solchen Konstruktionswerkzeug.

Stand der Technik

[0002] Bei der Entwicklung von Produkten, die in industriellen Fertigungsprozessen hergestellt werden sollen, erfolgt die Konstruktion, also die Festlegung des räumlichen und mechanischen Aufbaus des Produktes, heutzutage überwiegend, wenn nicht gar ausschließlich mit Hilfe von computergestützten Konstruktionswerkzeugen, sog. CAD- (Computer Aided Design) Programmen. Bekannte CAD-Programme sind beispielsweise AutoCAD oder CATIA. Diese Programme gibt es in unterschiedlichen Versions- und Ausbaustufen, so dass sich der tatsächliche Konstruktionsablauf abhängig vom verwendeten Programm und der verwendeten Version, z.B. CATIA Version 4 oder CATIA Version 5, unterscheiden kann. Die vorliegende Erfindung bezieht sich insbesondere auf die Konstruktion von Formteilen mit dem CAD-Programm CATIA Version 5 (CATIA V5), sie ist jedoch hierauf nicht ausschließlich beschränkt.

[0003] Die Konstruktion eines Formteils mit Hilfe eines CAD-Programms erfordert trotz der Unterstützung durch das Programm eine eingehende Sachkenntnis über die nachfolgenden Fertigungsprozesse. Bei modernen CAD-Programmen stehen am Ende der Konstruktion nämlich CAD-Daten, aus denen die für die Fertigung benötigten Werkzeuge und damit letztlich die herzustellenden Formteile abgeleitet werden. Fehler oder Unzulänglichkeiten bei der Konstruktion können daher bis auf das hergestellte Endprodukt durchschlagen. Dies gilt insbesondere im Kraftfahrzeugbau, wo die Konstruktionsdaten moderner CAD-Programme zur Herstellung der Presswerkzeuge für die Karosserieteile verwendet werden. Im Extremfall können Fehler oder Unzulänglichkeiten in der Konstruktion dazu führen, dass ein konstruiertes Formteil gar nicht mit hinreichender Qualität und Zuverlässigkeit hergestellt werden kann.

[0004] Dies gilt insbesondere für die Konstruktion von Karosseriebauteilen, die durch Umformen (Tiefziehen, Pressen, Biegen etc.) von Blech- oder Aluminiumplatten hergestellt werden. Bereits in der Konstruktion muss berücksichtigt werden, dass Materialstärken, Radien und andere Abmessungen derartige Umformprozesse erlauben, ohne dass das bearbeitete Material reißt oder andere Qualitätsmängel auftreten. Außerdem muss bei der Konstruktion eines Karosseriebauteils die genaue Abfolge der Fertigungs-

schritte geplant und berücksichtigt werden, da ein Karosserieteil häufig nicht in einem, sondern nur in mehreren Fertigungsschritten hergestellt werden kann. Für eine Hinterschneidung ist es beispielsweise erforderlich, das Ursprungsmaterial zunächst in einer Form zu pressen, die das Material für die Hinterschneidung zunächst „abgewickelt“ berücksichtigt. Erst in einem folgenden Fertigungsschritt kann die abgewickelte Länge nach innen gebogen („eingestellt“) werden. Der Konstrukteur muss sämtliche Zwischenschritte bei der späteren Fertigung des Karosseriebauteils in der richtigen Reihenfolge planen und berücksichtigen (sogenannte Methodenplanung).

[0005] Als weitere Schwierigkeit kommt hinzu, dass die Konstruktion in aller Regel ein iterativer Prozess ist, d.h. im Verlauf der Konstruktion werden Details häufig nachträglich wieder verändert. Dies wirkt sich auf Grund der geschilderten Zusammenhänge auf die gesamte Konstruktion und den damit zusammenhängenden Fertigungsablauf aus. Insgesamt ist die Konstruktion eines Formteils für industrielle Fertigung und insbesondere die Konstruktion von Karosseriebauteilen für den Kraftfahrzeugbau daher eine zeitlich aufwendige Arbeit, die ein hohes Maß an fertigungstechnischem Spezialwissen erfordert. Bei den zunehmend schnelleren Produktzyklen ist es andererseits wünschenswert, den gesamten Entwicklungsprozess und damit auch die Konstruktion möglichst effizient zu gestalten.

[0006] Aus einer Veröffentlichung des vorliegenden Anmelders mit dem Titel „Das hat Methode“, erschienen in der DE-Zeitschrift „Digital Engineering Magazine“ 2/2003, Seiten 42/43 ist es bekannt, zur Effizienzsteigerung bei der Konstruktion von Karosseriebauteilen mit dem CAD-Programm CATIA V5 Standardprofile in Form von sog. powercopies oder UDFs (User Defined Features) bereitzustellen. Hierbei handelt es sich um vordefinierte Konstruktionselemente, aus denen ein Konstrukteur bei der Lösung einer konkreten Konstruktionsaufgabe auswählen kann. Die Verwendung dieser vordefinierten Konstruktionselemente wird insbesondere zur Gestaltung der sog. Ankonstruktionen vorgeschlagen. Die Ankonstruktion ist jener Teil eines tiefgezogenen Blech- oder Aluteils, der eigentlich nicht zum späteren Formteil gehört. Die Ankonstruktion verbindet das spätere Formteil jedoch mit dem überschüssigen Blechbereich, der zum Einspannen des Blechs beim Umformen benötigt wird (sog. Blechhalter). Anders ausgedrückt verbindet die Ankonstruktion das eigentliche Formteil mit dem Blechhalter. Ankonstruktion und Blechhalter müssen in einem späteren Fertigungsschritt noch von dem umgeformten Werkstück entfernt werden. Die Gestaltung der Ankonstruktion ist in der Praxis besonders schwierig, da die Ankonstruktion in der späteren Fertigung einen wesentlichen Einfluss darauf hat, ob der Umformprozess erfolgreich verläuft,

insbesondere das Formteil beim Umformen nicht reißt. Durch die Verwendung von vordefinierten Konstruktionselementen für die Ankonstruktionen kann der Konstruktionsprozess effizienter gestaltet werden.

[0007] Aus einem Artikel in der DE-Zeitschrift „MM Das IndustrieMagazin“, Ausgabe 27/2003 von Thomas Schönbach et al., Seiten 36 bis 39, ist es bekannt, dass mit dem Programm „AutoForm – Die Designer“ auf Basis von CAD-Flächendaten eines Blechteils ein vollparametrisiertes Werkzeugkonzept erstellt werden kann. Durch die vollständige Parametrisierung können eventuelle Bauteiländerungen sehr schnell in die Umformwerkzeuge einfließen und notwendige Änderungen der Werkzeuggeometrie lassen sich sehr einfach und effektiv vornehmen. Bei diesem Programm handelt es sich allerdings um ein Simulationsprogramm, d.h. das Programm stellt keine Daten bereit, die unmittelbar Eingang in den späteren Fertigungsprozess finden.

Aufgabenstellung

[0008] Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, mit denen sich der Konstruktion von Formteilen, insbesondere von Karosseriebauteilen für den Kraftfahrzeugbau, noch effizienter gestalten lässt.

[0009] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, mit den Schritten:

- Erzeugen einer Randkurve mit einem Außen- und einem Innenbereich, wobei die Randkurve einen Randverlauf des Formteils definiert,
- Festlegen eines ersten Aufhängepunktes an einer Stelle der Randkurve,
- Anfügen eines ersten Konstruktionselements an den Außenbereich der Randkurve im Bereich des Aufhängepunktes,
- Anfügen eines zweiten Konstruktionselements an den Außenbereich der Randkurve, wobei das zweite Konstruktionselement ferner auch an das erste Konstruktionselement angefügt wird, und
- Anfügen von weiteren Konstruktionselementen an den Außenbereich der Randkurve, wobei jedes weitere Konstruktionselement an einem jeweils vorhergehenden Konstruktionselement angefügt wird.

[0010] Die Aufgabe wird ferner durch eine Vorrichtung der eingangs genannten Art gelöst, die dazu eingerichtet ist, die zuvor genannten Verfahrensschritte entsprechend auszuführen.

[0011] Das neue Verfahren ist besonders geeignet, um die schwierigen Ankonstruktionen für Karosseriebauteile zu gestalten. Zunächst wird eine Randkurve erzeugt, die den Randverlauf des zukünftigen Karos-

seriebauteils (oder eines anderen Formteils einschließlich von Formteilen, die als Zwischenprodukt hergestellt werden) entspricht. Die Erzeugung der Randkurve erfolgt in an sich bekannter Weise mit Hilfe der vom CAD-Programm zur Verfügung gestellten Werkzeuge. Anschließend werden einzelne Konstruktionselemente am Außenbereich dieser Randkurve „aufgefädelt“, d.h. der Reihe nach aneinander angehängt. Jedes neue Konstruktionselement wird also einerseits mit der Randkurve und andererseits mit einem vorhergehenden Konstruktionselement verbunden.

[0012] Durch dieses perlenschnurartige Auffädeln der im Regelfall separat erzeugten Konstruktionselemente ergibt sich ein sehr strukturierter und übersichtlicher Aufbau, der bei späteren Änderungen im iterativen Konstruktionsprozess jederzeit leicht angepasst werden kann. Darüber hinaus ist diese Anordnung der Konstruktionselemente sehr stabil bei einem Austausch der Entwicklungsdaten für das Fertigungsteil, d.h. bei einer Änderung des Randkurvenverlaufs. Die Konstruktionselemente können in einem solchen Fall sehr einfach – und in bevorzugter Weise sogar automatisiert – an die veränderte Randkurve angepasst werden.

[0013] Insgesamt erleichtert das neue Verfahren daher die Durchführung von Änderungen im iterativen Konstruktionsprozess. Die Konstruktion wird insgesamt beschleunigt. Die genannte Aufgabe ist dadurch vollständig gelöst.

[0014] In einer bevorzugten Ausgestaltung weist das neue Verfahren ferner die folgenden Schritte auf:

- Bereitstellen einer Anzahl von vordefinierten, vorzugsweise parametrierbaren, Konstruktionselementen, und
- Auswählen eines vordefinierten Konstruktionselementes zum Anfügen an die Randkurve.

[0015] In dieser Ausgestaltung können die an die Randkurve angefügten Konstruktionselemente aus einem Satz vorbereiteter Konstruktionselemente ausgewählt werden. Dies führt zu einer weiteren Vereinfachung und Beschleunigung des Konstruktionsablaufs. Darüber hinaus kann fertigungstechnisches Know-how in den vorbereiteten Konstruktionselementen niedergelegt sein, wodurch sich Detailfehler oder -unzulänglichkeiten insbesondere bei der Gestaltung einer Ankonstruktion vermeiden lassen. Die bevorzugte Ausgestaltung macht das Verfahren daher noch effizienter.

[0016] In einer weiteren Ausgestaltung werden die vordefinierten Konstruktionselemente nach dem Anfügen an die Randkurve durch Eingabe von Parametern an einen gewünschten Formverlauf angepasst.

[0017] Im Gegensatz dazu ist es grundsätzlich auch möglich, die vorbereiteten Konstruktionselemente dadurch an einen gewünschten Formverlauf anzupassen, dass Änderungen in an sich bekannter Weise neu konstruiert werden. Eine Anpassung durch Parametervergabe, insbesondere also durch numerische Eingabe von Winkeln, Radien, Längen und anderen Abmessungen, ist jedoch einfacher und damit schneller durchzuführen. Darüber hinaus kann eine solche Art der Anpassung automatisiert werden, was das Verfahren noch effizienter macht. Außerdem lassen sich Parameterwerte mathematisch gut auf die Einhaltung von Stabilitätskriterien prüfen, wodurch sich kritische oder fehlerhafte Konstruktionen besser vermeiden lassen.

[0018] In einer weiteren Ausgestaltung wird ein Übergangselement am freien Ende eines an die Randkurve angefügten Konstruktionselements individuell erzeugt.

[0019] Diese Ausgestaltung steht für sich genommen im Gegensatz zu der vorhergehenden Maßnahme, nämlich einer Anpassung eines vorhandenen Konstruktionselements durch Änderung von Parameterwerten. Nach der jetzigen Ausgestaltung findet vielmehr eine individuelle „Neukonstruktion“ in dem interessierenden Teilbereich des Formteils statt. Die Maßnahme ist besonders vorteilhaft an Stellen, an denen vordefinierte „Standardelemente“ nur mit großem Aufwand angepasst werden können. Gleichwohl wird auch in dieser Ausgestaltung das Grundkonzept der vorliegenden Erfindung beibehalten, dass nämlich jedes neue Element perlenschnurartig an die vorhergehenden Elemente angefügt wird. Durch die gewonnene Flexibilität lässt sich die Effizienz des Verfahrens noch weiter steigern.

[0020] In einer weiteren Ausgestaltung wird die Randkurve als umlaufende Randkurve ohne individuell selektierbare Ecken und Kanten erzeugt.

[0021] In bekannten CAD-Programmen kann ein Kurvenverlauf häufig auf verschiedene Arten erzeugt werden. Eine Möglichkeit, die beispielsweise das CAD-Programm CATIA V5 bereitstellt, führt zu einem Kurvenverlauf, der aus individuell selektierbaren (anwählbaren) Linienabschnitten besteht, die über ebenfalls individuell selektierbare Eckpunkte miteinander verbunden sind. Ein solcher Linienabschnitt wird in CATIA V5 typischerweise als „Edge“ und ein Eckpunkt als „Vertex“ bezeichnet. Beispielsweise besteht eine nach diesem Prinzip konstruierte Rechteckkurve aus vier individuell selektierbaren Kanten und vier solchen Eckpunkten, die zur Unterscheidung voneinander durchnummeriert sein können. Alternativ hierzu ist es hier jedoch bevorzugt, die Randkurve „aus einem Stück“, also durchlaufend zu erzeugen. Diese Vorgehensweise besitzt den Vorteil, dass die Randkurve bei einer späteren Änderung leichter ange-

passt werden kann. Fällt bei der Änderung nämlich beispielsweise eine Ecke und/oder Kante weg oder kommen eine oder mehrere Kanten und Ecken hinzu, muss bei der bisherigen Vorgehensweise eine komplette manuelle Zuordnung aller Ecken und Kanten durchgeführt werden. Mit anderen Worten muss jeder Ecke und jeder Kante nach der Änderung gesagt werden, „wie sie heißt“. Dieser Aufwand, der bei komplizierten Formteilen erheblich sein kann, entfällt in der bevorzugten Ausgestaltung.

[0022] In einer weiteren Ausgestaltung wird für jedes zweite und weitere Konstruktionselement ein eigener Aufhängepunkt an einer Stelle der Randkurve festgelegt.

[0023] Durch diese Ausgestaltung ist es möglich, jedes einzelne Konstruktionselement (und ggf. Übergangselement) individuell in der „Perlenschnur“ zu identifizieren und ggf. auszuwählen und zu verändern. Die Flexibilität und die Effizienz des neuen Verfahrens wird weiter gesteigert.

[0024] In einer weiteren Ausgestaltung wird beim Erzeugen der Randkurve eine Hilfsrandkurve erzeugt, die vorzugsweise deckungsgleich zu der Randkurve liegt, wobei die Aufhängepunkte von der Hilfsrandkurve auf die Randkurve projiziert werden.

[0025] In dieser Ausgestaltung kann die Länge der Randkurve geändert werden, ohne dass sich die bisherige Lage der Aufhängepunkte verschiebt und damit verloren geht. Wird die Randkurve beispielsweise aufgrund einer Änderung in einem Abschnitt um 20 mm länger, würden sich ohne diese Ausgestaltung alle Aufhängepunkte verschieben. In vielen Fällen betrifft die Änderung der Randkurve jedoch nur einen kurzen Abschnitt, so dass zahlreiche Aufhängepunkte unverändert bestehen bleiben könnten. Dies wird durch die bevorzugte Verwendung einer Hilfsrandkurve ohne Weiteres ermöglicht. Die Aufhängepunkte werden von der Hilfsrandkurve auf die neue/geänderte Randkurve projiziert und können anschließend in dem betroffenen Abschnitt gezielt der neuen Randkurve angepasst werden. Der Aufwand bei der Durchführung von Änderungsschritten wird hierdurch noch weiter reduziert.

[0026] In einer weiteren Ausgestaltung werden die Konstruktionselemente allein aus Linien und Kreisbögen konstruiert.

[0027] Im Gegensatz dazu ist es bislang üblich, einzelne Konstruktionselemente, insbesondere bei Ankonstruktionen, zu konstruieren, indem eine Art Flächenhaut über eine Vielzahl vorgegebener Linienprofile gespannt wird. Die Flächenhaut sitzt damit ähnlich wie ein Zelt über den „tragenden“ Profilen. Die bevorzugte Ausgestaltung, wonach ausschließlich vorhandene Regelflächen verwendet werden, die in

ihrer Grundgeometrie allein aus Linien und Kreisen bestehen, besitzt den Vorteil, dass die einzelnen Elemente geometrisch immer exakt bestimmt sind. Infolgedessen wird insbesondere bei Ankonstruktionen eine höhere Qualität erreicht, die sich auch im Fertigungsprozess niederschlägt.

[0028] In einer weiteren Ausgestaltung wird die Randkurve als offene Randkurve mit einem Anfangspunkt und einem Endpunkt erzeugt, wobei der Anfangspunkt und der Endpunkt vorzugsweise auf eine Koordinatenachse eines Bezugskoordinatensystems gelegt werden.

[0029] Diese Ausgestaltung ermöglicht eine deutliche Effizienzsteigerung in all denjenigen Fällen, in denen die zu konstruierenden Teile eine Symmetrie besitzen. In dieser Ausgestaltung wird gewissermaßen nur die eine Symmetriehälfte des Teils konstruiert und anschließend erfolgt durch eine einfache Spiegelung eine Vervollständigung der noch offenen Randkurve.

[0030] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung wird als Konstruktionswerkzeug CATIA V5 verwendet.

[0031] Die Erfahrungen des vorliegenden Anmelders haben gezeigt, dass sich mit den hier vorgeschlagenen Maßnahmen gerade bei der Verwendung von CATIA V5 hohe Effizienzsteigerungen erzielen lassen.

[0032] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ausführungsbeispiel

[0033] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

[0034] [Fig. 1](#) eine vereinfachte schematische Darstellung der Bedienoberfläche eines CAD-Programms zur Erläuterung des neuen Verfahrens,

[0035] [Fig. 2](#) eine Baumstruktur, die ein Konstruktionsteil mit einer Vielzahl von Konstruktionselementen in einem editierbaren Format darstellt,

[0036] [Fig. 3](#) eine nach dem neuen Verfahren konstruierte Motorhaube für ein Kraftfahrzeug mit Ankonstruktionen,

[0037] [Fig. 4](#) ein vergrößerter Ausschnitt der Motorhaube nach [Fig. 3](#) während der Konstruktion, und

[0038] [Fig. 5](#) ein Konstruktionselement, das allein aus Regelflächen aufgebaut wurde gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0039] In [Fig. 1](#) ist die Bedienoberfläche eines CAD-Programms in der Gesamtheit mit der Bezugsziffer **10** bezeichnet. Die Bedienoberfläche **10** besitzt eine Menüleiste **12** und einen Arbeitsbereich **14**, in dem die Konstruktion eines Formteils, hier beispielsweise einer Motorhaube für ein Kraftfahrzeug, erfolgt.

[0040] Im Arbeitsbereich **14** ist eine Randkurve **16** dargestellt, deren Verlauf dem (halben) Randverlauf der zu konstruierenden Motorhaube entspricht. Die Randkurve **16** trennt einen Innenbereich **18** von einem Außenbereich **20**, wobei der Innenbereich **18** später die Fläche der Motorhaube darstellt.

[0041] Mit den Bezugsziffern **22** und **24** sind ein Anfangspunkt und ein Endpunkt der Randkurve **16** bezeichnet. Der Anfangspunkt **22** und Endpunkt **24** liegen auf einer gemeinsamen Achse **26**, die gleichzeitig eine Achse eines Bezugskoordinatensystems **28** darstellt. Im konkreten Anwendungsfall liegen der Anfangspunkt **22** und der Endpunkt **24** hier auf der Achse $y = 0$ des Bezugskoordinatensystems **28**. Dies ermöglicht es, zunächst nur eine Hälfte der Motorhaube mit Ankonstruktion etc. zu gestalten. Anschließend erfolgt eine Spiegelung an der Symmetrieachse **26**.

[0042] Mit der Bezugsziffer **30** sind einzelne Konstruktionselemente bezeichnet, die nach dem hier vorgestellten Verfahren perlenschnurartig an der Randkurve **16** aneinander gereiht sind. Die Aneinanderreihung erfolgt bevorzugt in Richtung des Uhrzeigersinns, also in Richtung des mit Bezugsziffer **32** bezeichneten Pfeils.

[0043] Mit der Bezugsziffer **30'** ist ein Konstruktionselement bezeichnet, das nach dem neuen Verfahren an die „Perlenschnur“ der Konstruktionselemente **30** angefügt wird. Dies ist in [Fig. 1](#) symbolisch mit Hilfe eines bewegten Mauszeigers **34** angedeutet. Abweichend von dieser Darstellung kann das Anfügen der Konstruktionselemente **30** an die Randkurve **16** jedoch auch mit anderen Eingabemedien erfolgen.

[0044] Mit der Bezugsziffer **36** sind Aufhängepunkte bezeichnet, an denen die einzelnen Konstruktionselemente **30** jeweils platziert werden. Die Aufhängepunkte **36**, von denen in [Fig. 1](#) nur einige bezeichnet sind, ermöglichen eine jeweils exakte Platzierung der Konstruktionselemente **30**. Sie erleichtern zudem den Zugriff auf die einzelnen Konstruktionselemente **30**. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird jedes Konstruktionselement **30** an einem ihm zugeordneten Aufhängepunkt **36** platziert und anschließend an dieser Position mit der Randkurve **16** sowie dem jeweils vorhergehenden Konstruktionselement **30**

verbunden.

[0045] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel werden die Aufhängepunkte **36** von einer Hilfsrandkurve **37**, die deckungsgleich unter der Randkurve **16** liegt, auf die Randkurve **16** projiziert. Hierdurch ist es möglich, die Lage der Aufhängepunkte zu „konservieren“, wenn die Länge der Randkurve **16** bei einer Überarbeitung der Konstruktion geändert wird.

[0046] Mit der Bezugsziffer **38** ist ein Menüfeld bezeichnet, in dem eine Anzahl vordefinierter Konstruktionselemente zur Auswahl zur Verfügung gestellt werden. Die Konstruktionselemente sind hier vereinfacht mit K1, K2, K3 etc. bezeichnet. Bezugsziffer **40** kennzeichnet ferner ein Eingabefeld, in das Parameter numerisch eingegeben werden können, mit denen ein ausgewähltes Konstruktionselement (hier Konstruktionselement K2) durch Eingabe von Parameterwerten verändert werden kann. Damit ist es beispielsweise möglich, die Breite der einzelnen Konstruktionselemente **30** zu variieren, wie dies aus der Darstellung in [Fig. 1](#) ersichtlich ist.

[0047] Mit der Bezugsziffer **42** ist ein manuell konstruiertes Übergangselement bezeichnet, das im Prinzip den vordefinierten Konstruktionselementen **30** entspricht, jedoch nicht aus einer Bibliothek vordefinierter Konstruktionselemente ausgewählt ist. Übergangselement **42** ist vielmehr nach „herkömmlicher“ Art individuell im Bereich der Randkurve **16** konstruiert. Ein Übergangselement **42** wird vorzugsweise überall dort konstruiert, wo ein vordefiniertes Konstruktionselement **30** nicht oder nur mit erheblichem Aufwand an den Verlauf der Randkurve **16** angepasst werden kann. Auch das Übergangselement **42** ist jedoch an einem Aufhängepunkt **36** platziert und somit jederzeit einfach identifizierbar und änderbar.

[0048] Die Vielzahl der Konstruktionselemente **30** und Übergangselemente **42** können in der Reihenfolge ihrer Anordnung an der „Perlenschnur“ in einer Baum- oder Tabellendarstellung angezeigt werden, wie dies in [Fig. 2](#) schematisch dargestellt ist. Auf Grund der übersichtlichen und klaren Struktur wird der Zugriff auf ein einzelnes Konstruktions- oder Übergangselement **30**, **42** damit erheblich erleichtert.

[0049] Gemäß einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel des neuen Verfahrens sind die einzelnen vordefinierten Konstruktionselemente **30** hier jeweils mit einer „Intelligenz“ versehen. Konkret handelt es sich um kleine Programme, die beispielsweise als sog. Skripts in Visual Basic oder CATSkript geschrieben sind. Durch Auswählen und Einbinden eines Konstruktionselements in den Bereich der Randkurve **16** wird das entsprechende Programm mit der Randkurve **16** verknüpft. Die Intelligenz der Konstruktionselemente ermöglicht es dann, Veränderungen am Verlauf der Randkurve **16** vorzunehmen, an

die sich die Konstruktionselemente **30** automatisch anpassen. Die mit den Konstruktionselementen **30** verbundenen Programmteile überprüfen dann beispielsweise Randbedingungen im Hinblick auf die Stabilität und fertigungstechnische Machbarkeit.

[0050] [Fig. 3](#) zeigt ein praktisches Beispiel einer nach dem neuen Verfahren konstruierten Motorhaube. Die Motorhaube ist hier mit der Bezugsziffer **50** bezeichnet. Um die eigentliche Motorhaube **50** herum befindet sich die Ankonstruktion **52**, die aus den Konstruktionselementen **30** und Übergangselementen **42** zusammengesetzt ist. Außen um die Ankonstruktion **52** herum befindet sich ein Blechbereich, der als Blechhalter beim Umformen fungiert. Ankonstruktion **52** und Blechhalter **54** werden in späteren Fertigungsschritten von der verbleibenden Motorhaube **50** abgetrennt.

[0051] [Fig. 4](#) zeigt zur Verdeutlichung des neuen Verfahrens in perspektivischer Darstellung einen Teilabschnitt der Motorhaube **50** sowie ein Konstruktionselement **30**, das als Ankonstruktion an die Randkurve **16** der Motorhaube **50** angefügt worden ist. Die Vorgehensweise entspricht dabei der in [Fig. 1](#) gezeigten Darstellung.

[0052] [Fig. 5](#) zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel für ein Konstruktionselement **30**, das zum Aufbau einer Ankonstruktion bei einem Karoserierteil vorgesehen ist. Das Konstruktionselement **30** ist hier im Unterschied zu bisherigen Vorgehensweisen ausschließlich aus Regelgeometrien, nämlich Kreisen **60**, **62** (genauer Kreisabschnitten davon) und Geradenstücken **64**, **66**, **68** gebildet. Die Kreisabschnitte **60**, **62** und Geradenstücke **64**, **66**, **68** sind in Richtung eines Pfeils **70** extrudiert, d.h. zu einer Fläche „aufgezogen“. Der Flächenaufbau erfolgt hier also nicht über Profile, über die eine „Flächenhaut“ gespannt wird, sondern über Flächen, die in ihrer Grundgeometrie exakt bestimmt sind. Die Teilsegmentflächen (extrudierten Flächen) können in einem vordefinierten Konstruktionselement beschnitten und zu der Gesamtfläche zusammengefügt werden. Zusätzlich sind in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel die bereits erwähnten Programmteile mit dem Konstruktionselement **30** verbunden, die beispielsweise Überprüfungsmechanismen für die technische Machbarkeit beinhalten. Zum Anfügen an die Randkurve **16** wird das Konstruktionselement **30** über das Menüfeld **38** ausgewählt, und seine parametrierbaren Abmessungen (hier also Kreisradien, Längen der Geradenstücke) werden im Eingabefeld **40** numerisch festgelegt. Des Weiteren wird das Konstruktionselement **30** dann an dem vorgesehenen Aufhängepunkt **36** an die Randkurve **16** angefügt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Konstruieren eines Formteils,

insbesondere eines Karosseriebauteils (50) für den Kraftfahrzeugbau, unter Verwendung eines computergestützten Konstruktionswerkzeuges (10), mit den Schritten:

- Erzeugen einer Randkurve (16) mit einem Außen- und einem Innenbereich (18, 20), wobei die Randkurve (16) einen Randverlauf des Formteils definiert,
- Festlegen eines ersten Aufhängepunktes (22, 36) an einer Stelle der Randkurve (16),
- Anfügen eines ersten Konstruktionselements (30) an den Außenbereich (20) der Randkurve (16) im Bereich des Aufhängepunktes (22, 36),
- Anfügen eines zweiten Konstruktionselements (30') an den Außenbereich (20) der Randkurve (16), wobei das zweite Konstruktionselement (30') ferner auch an das erste Konstruktionselement (30) angefügt wird, und
- Anfügen von weiteren Konstruktionselementen (30, 30') an den Außenbereich (20) der Randkurve (16), wobei jedes weitere Konstruktionselement (30, 30') an einem jeweils vorhergehenden Konstruktionselement (30) angefügt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die weiteren Schritte:

- Bereitstellen einer Anzahl von vordefinierten, vorzugsweise parametrierbaren Konstruktionselementen (30; K1, K2, K3, K4), und
- Auswählen eines vordefinierten Konstruktionselements (30; K1, K2, K3, K4) zum Anfügen an die Randkurve (16).

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die vordefinierten Konstruktionselemente (30) nach dem Anfügen an die Randkurve (16) durch Eingabe von Parameterwerten an einen gewünschten Formverlauf angepasst werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Übergangselement (42) am freien Ende eines an die Randkurve (16) angefügten Konstruktionselements (30) individuell erzeugt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Randkurve (16) als umlaufende Randkurve ohne individuell selektierbare Ecken und Kanten erzeugt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass für jedes zweite und weitere Konstruktionselement (30) ein eigener Aufhängepunkt (36) an einer Stelle der Randkurve (16) festgelegt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass beim Erzeugen der Randkurve (16) eine Hilfsrandkurve (37) erzeugt wird, die vorzugsweise deckungsgleich zu der Randkurve (16) liegt, wobei die Aufhängepunkte (36) von der Hilfsrandkur-

ve (37) auf die Randkurve (16) projiziert werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Konstruktionselemente (30) allein aus Linien und Kreisbögen (62, 64, 66, 68) konstruiert werden, die vorzugsweise extrudiert werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Randkurve (16) als offene Randkurve mit einem Anfangspunkt (18) und einem Endpunkt (20) erzeugt wird, wobei der Anfangspunkt (18) und der Endpunkt (20) vorzugsweise auf eine Koordinatenachse (26) eines Bezugskordinatensystems (28) gelegt werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass als Konstruktionswerkzeug CATIA V5 verwendet wird.

11. Vorrichtung zum Konstruieren eines Formteils, insbesondere eines Karosseriebauteils (50) für den Kraftfahrzeugbau, mit einem computergestützten Konstruktionswerkzeug (10), das folgende Mittel aufweist:

- erste Mittel zum Erzeugen einer Randkurve (16) mit einem Außen- und einem Innenbereich (18, 20), wobei die Randkurve (16) einen Randverlauf des Formteils definiert,
- zweite Mittel zum Festlegen eines ersten Aufhängepunktes (22, 36) an einer Stelle der Randkurve (16),
- dritte Mittel zum Anfügen eines ersten Konstruktionselements (30) an den Außenbereich (20) der Randkurve (16) im Bereich des Aufhängepunktes (22, 36),
- vierte Mittel zum Anfügen eines zweiten Konstruktionselements (30') an den Außenbereich (20) der Randkurve (16), wobei das zweite Konstruktionselement (30') ferner auch an das erste Konstruktionselement (30) angefügt wird, und
- fünfte Mittel zum Anfügen von weiteren Konstruktionselementen (30, 30') an den Außenbereich (20) der Randkurve (16), wobei jedes weitere Konstruktionselement (30, 30') an einem jeweils vorhergehenden Konstruktionselement (30) angefügt wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

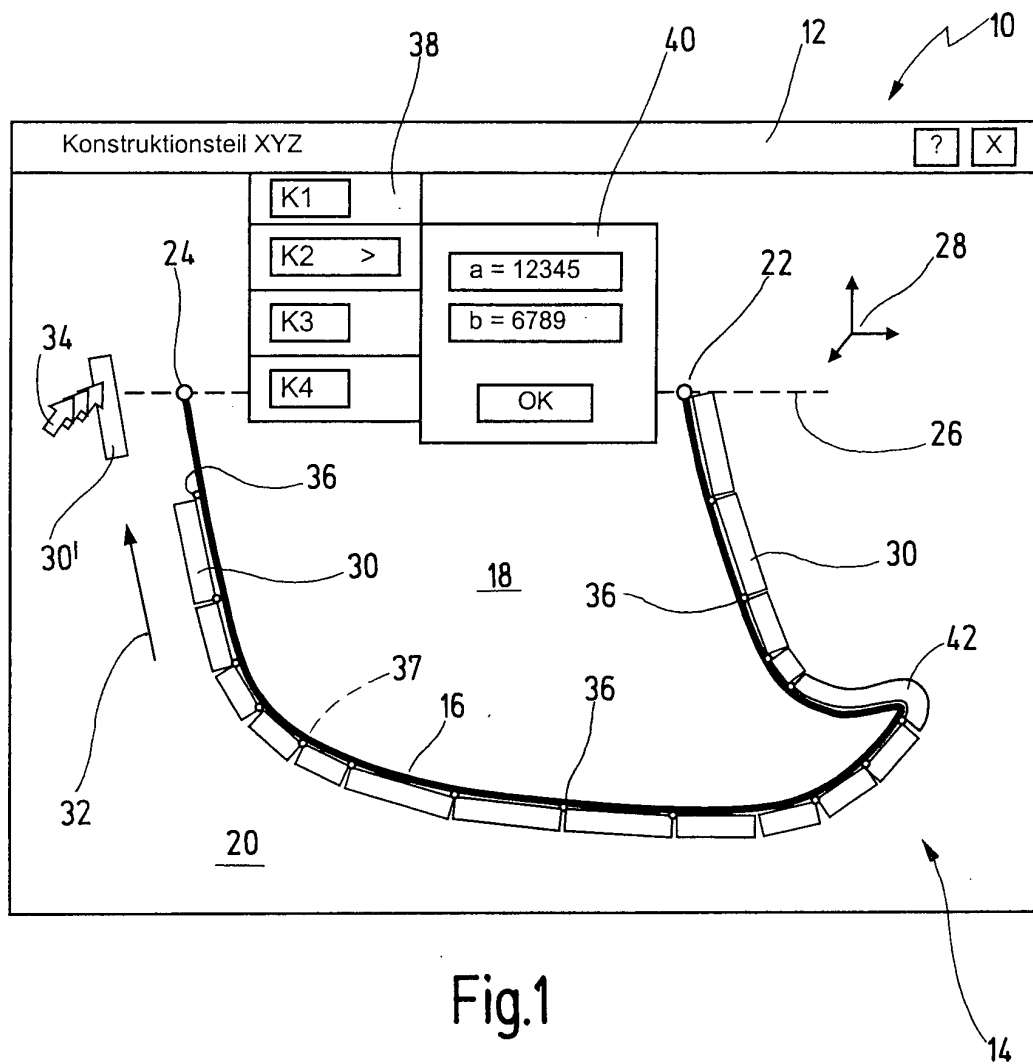


Fig.1

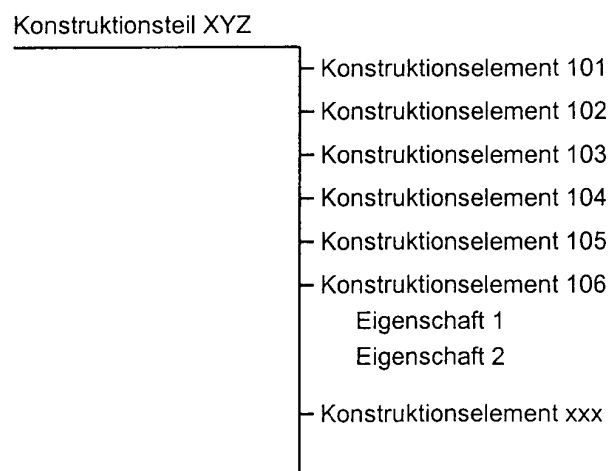


Fig.2

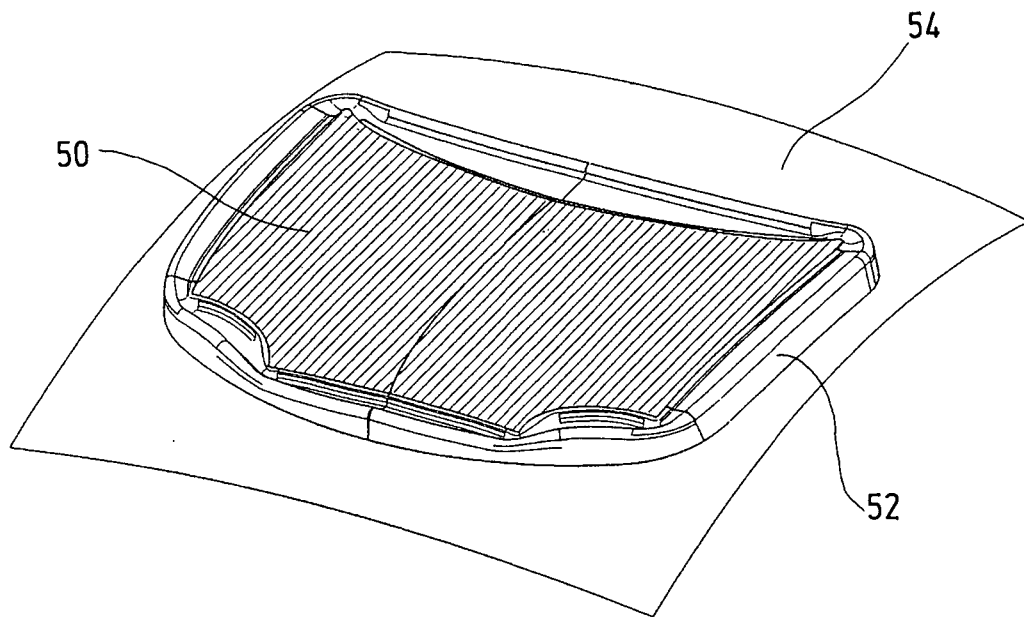


Fig.3

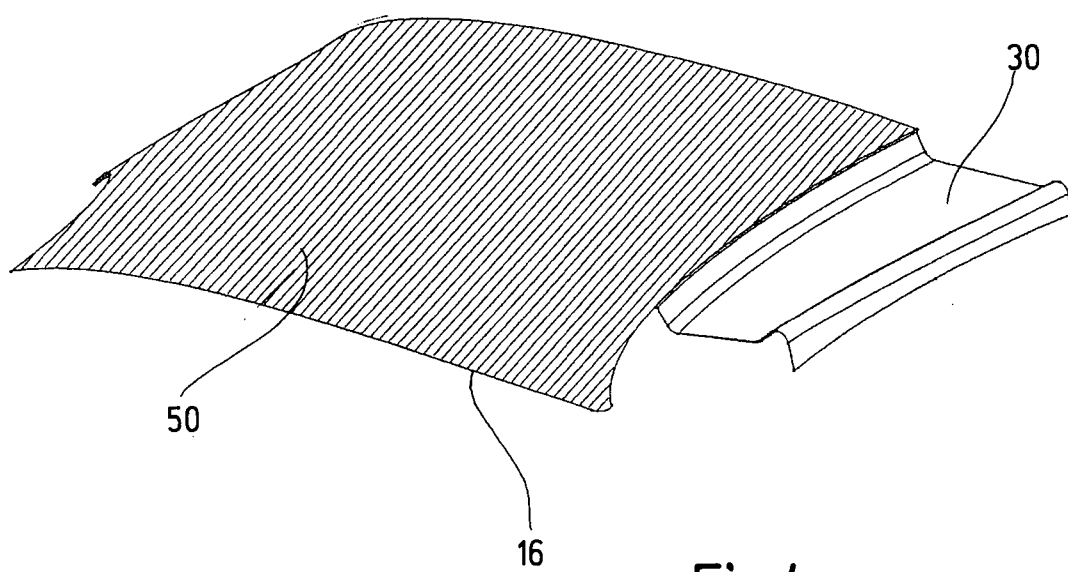


Fig.4

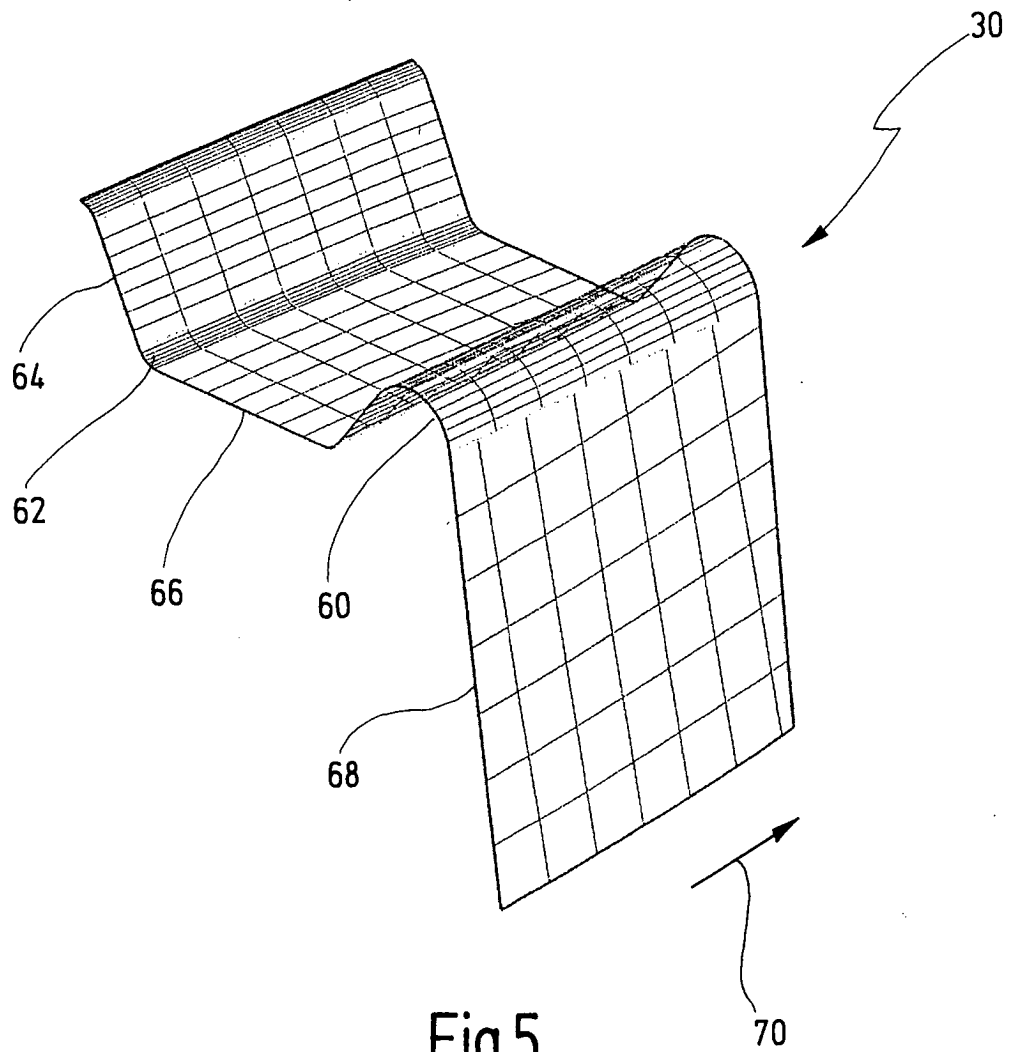


Fig.5