



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 017 888 A1** 2005.11.03

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 017 888.7**

(22) Anmeldetag: **13.04.2004**

(43) Offenlegungstag: **03.11.2005**

(51) Int Cl.7: **B21D 31/00**

**B21D 35/00, B21D 53/88, B29C 70/46,  
B29C 70/48**

(71) Anmelder:

**DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

**Hofele, Hans, 89555 Steinheim, DE; Nohr,  
Matthias, Dr., 73728 Esslingen, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung von Hohlprofilen**

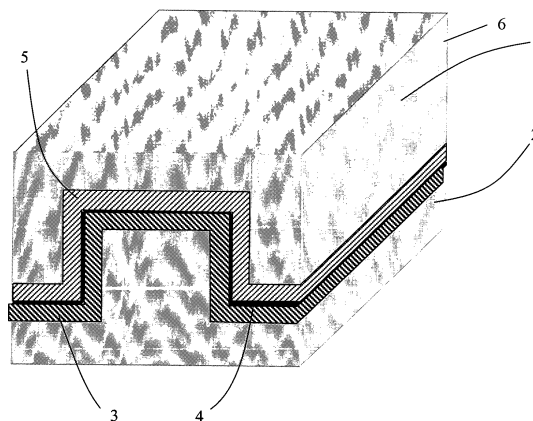
(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Herstellung von Hohlprofilen durch Umformung und Verbindung von flächigen Halbzeugen, mit den Schritten:

a) Einlegen von mindestens zwei flächigen Halbzeugen aus Werkstoffen mit vergleichbaren mechanischen Kennwerten in ein Umformwerkzeug mit oberem und unterem Werkzeug

b) gemeinsame Umformung der flächigen Halbzeuge unter Bildung mindestens eines oberen und eines unteren Halbprofils

c) Trennen der einzelnen Halbprofile voneinander

d) Verbinden eines nach den Schritten a) bis c) hergestellten Halbprofils mit einem flächigen Halbzeug oder mit einem weiteren Halbprofil unter Bildung eines Hohlprofils sowie hierdurch hergestellte Hohlprofile und deren Verwendung im Automobilbau.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Hohlprofilen durch Umformung und Verbindung von flächigen Halbzeugen gemäß Patentanspruch 1, sowie durch dieses Verfahren hergestellte Hohlprofile nach den Ansprüchen 9 und 10, sowie deren bevorzugte Verwendung im Kraftfahrzeugbau.

**[0002]** Konstruktionselemente aus metallischen Hohlprofilen, beispielsweise aus Leichtmetallen oder Stählen, sind im Fahrzeugbau häufig anzutreffen. Dabei können insbesondere Tragstrukturen oder wesentliche Anteile ganzer Rahmenkonstruktionen (space-frame) für Automobile aus miteinander verbundenen Hohlprofilteilen gefertigt werden.

**[0003]** Der Zusammenbau von Hohlprofilen zu einer Rahmenkonstruktion einer Fahrzeugkarosserie kann durch unterschiedlichste Fügetechniken erfolgen. Beispielsweise können die Hohlprofile an sogenannten Knotenpunkten miteinander über vorgefertigte Verbindungsteile verbunden werden.

**[0004]** Die Herstellung von Hohlprofilen erfolgt häufig durch Walzen, Umformen oder Pressen der entsprechenden Metallbleche. Die sich gegenüberliegenden Kanten des geöffneten Profils werden durch Schweißen oder andere Verbindungstechniken unter Bildung des Hohlprofils zusammengefügt.

**[0005]** Eine verbreitete Vorgehensweise zu Herstellung der Hohlprofilteile ist das Zusammenfügen zweier teils geöffneter Halbprofile zu einem geschlossenen Hohlprofilteil. Die geöffneten Halbprofile werden beispielsweise durch Ziehen von Blechen geformt. Das Blech wird dabei durch die Matrizen mit Hilfe eines Presswerkzeuges gezogen oder gepresst. Für die Umformung werden teure Presswerkzeuge benötigt, die im allgemeinen nur eine sehr begrenzte Auswahl geometrischer Varianten des Halbprofils zulassen. Die optimale Auslastung der Werkzeuge ist von großer wirtschaftlicher Bedeutung.

**Aufgabenstellung**

**[0006]** Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung von Umformverfahren, die eine bessere Auslastung der Umformwerkzeuge erlauben, sowie hierdurch hergestellte Hohlprofile, die für den Automobilbau geeignet sind.

**[0007]** Die Aufgabe wird gelöst, durch ein Verfahren zur Herstellung von Hohlprofilen durch Umformung und Verbindung von flächigen Halbzeugen mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1, einem Hohlprofil, hergestellt nach Anspruch 2, mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 9, sowie einem Hohlprofil, hergestellt nach Anspruch 3, mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs

10.

**[0008]** Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung, so wie bevorzugte Verwendungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0009]** Die Erfindung wird im folgenden durch schematische Abbildungen näher erläutert. Die Abbildungen sind dabei lediglich zur Verdeutlichung des Erfindungsgegenstandes gedacht und daher nicht im Sinne einer Beschränkung der Erfindung auszulegen.

**[0010]** Dabei zeigen:

**[0011]** [Fig. 1](#) Umformwerkzeug (6) mit einem unteren Werkzeug (2) und einem oberen Werkzeug (1), einem unteren Halbprofil (3), einer Trennschicht (4) und einem oberen Halbprofil (5)

**[0012]** [Fig. 2](#) Umgeformte flächige Halbzeuge aus unterem Halbprofil (3) und oberem Halbprofil (5), sowie Trennschicht (4)

**[0013]** [Fig. 3](#) Quasi-symmetrisches Hohlprofil (7) aus einem unterem Halbprofil (3) und einem oberem Halbprofil(5);  
symmetrisches Hohlprofil (8) aus zwei unteren Halbprofilen (3);  
unsymmetrisches Hohlprofil (9) aus einem oberem Halbprofil (5) und einem flächigen Halbzeug (10)

**Ausführungsbeispiel**

**[0014]** Das erfindungsgemäße Verfahren gibt somit ein Verfahren zur Herstellung von Hohlprofilen (7, 8, 9) an, bei dem durch gemeinsame Umformung in einem Umformwerkzeug (1) von mindestens zwei flächigen Halbzeugen mindestens zwei Halbprofile (3, 5) mit ähnlicher Geometrie aber unterschiedlichen äußeren Abmessungen entstehen. Eines der hierdurch gebildeten Halbprofile (3, 5) wird entweder mit einem zweiten Halbprofil (3, 5) gleicher Geometrie und gleichen äußeren Abmessungen, oder mit einem zweiten Halbprofil (3, 5) gleicher Geometrie aber unterschiedlichen äußeren Abmessungen, oder mit einem flächigen Halbzeug (10) zu einem Hohlprofil verbunden. Hierdurch werden entweder ein quasi-symmetrisches Hohlprofil (7), ein symmetrisches Hohlprofil (8) oder ein unsymmetrisches Hohlprofil (9) gebildet.

**[0015]** Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst gleichwohl nicht nur Hohlprofile die aus zwei Teilen aufgebaut sind, sondern ebenso Hohlprofile, die aus mehr als zwei Teilen aufgebaut werden. Die Darstellungen der [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) sind aus Gründen der Übersichtlichkeit jedoch auf die Kombination von lediglich zwei Teilen begrenzt.

**[0016]** Dabei können die weiteren Teile auch aus

anderen Formgebungsverfahren stammen, andere Materialien sein und nicht die gleiche Geometrie, wie die erfindungsgemäß gemeinsam umgeformten Halbprofile, aufweisen.

**[0017]** Ebenso ist es offensichtlich, dass das erfindungsgemäße Verfahren nicht nur auf zwei flächige Halbzeuge beschränkt ist, sondern im Prinzip beliebig viele Halbzeuge gemeinsam umgeformt werden können. Dabei wirkt lediglich die Leistung des Umformwerkzeugs und die geometrischen Toleranzen der umgeformten Halbprofile als begrenzender Faktor.

**[0018]** Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst die folgenden vier wesentliche Prozessschritte: In einem ersten Prozessschritt (a) werden mindestens zwei flächige Halbzeuge aus Werkstoffen mit ähnlichen Umformeigenschaften in ein Umformwerkzeug mit oberem und unterem Werkzeug eingelegt. Die Werkstoffe sind sich im Allgemeinen auch in den weiteren mechanischen Kennwerten sehr ähnlich.

**[0019]** In einem darauffolgenden Prozessschritt (b) findet eine gemeinsame Umformung der flächigen Halbzeuge unter Bildung mindestens eines ersten (im folgenden auch oberen) (5) und eines unteren (im folgenden auch zweiten) Halbprofils (3) statt. Durch die ähnlichen mechanischen Kennwerte, insbesondere Umformeigenschaften, der flächigen Halbzeuge wird sichergestellt, dass die Umformkräfte in beiden Halbzeugen zu einer vergleichbaren Umformung führen.

**[0020]** Hierauf (c) werden die Halbprofile aus dem Umformwerkzeuge entnommen und voneinander getrennt. Gegebenenfalls wird eine Trennschicht (4) zwischen jeweils zwei benachbarten flächigen Halbzeugen vorgesehen, welche die Trennung der beiden Halbprofile erleichtert. In einem darauf folgenden Schritt wird jeweils eines der gemeinsam durch die Schritte a) bis c) hergestellten Halbprofile (3 oder 5) mit einem flächigen Halbzeug (10) oder mit einem weiteren Halbprofil (3 oder 5) unter Bildung eines Hohlprofils (7, 8, 9) verbunden.

**[0021]** Unter den ähnlichen mechanischen Kennwerten sind insbesondere ähnliche Bruchdehnung und ähnliche Festigkeit bzw. Bruchfestigkeit zu verstehen. Bevorzugt weichen Bruchdehnung und Bruchfestigkeit der im Schritt (a) verwendeten Halbprofile um nicht mehr als die Hälfte voneinander ab. Dies wird beispielsweise durch die bevorzugte Kombination zweier Stahl-Halbzeuge, Leichtmetalllegierungs-Halbzeuge oder zweier Kunststoff-Halbzeuge erreicht.

**[0022]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Formgebung umfasst die üblichen Verfahren der Kalt- oder Warmumformung. Ebenso sind auch Harzinjektions-

verfahren geeignet. Hierzu zählt unter anderem auch das Heiß-Pressen von Thermoplasten oder verstärkten Thermoplasten, sowie der SMC- (Sheet moulding Compound) oder der RTM- (Resin transfer moulding) Prozess.

**[0023]** Durch das erfindungsgemäße Verfahren der Schritte a) bis d) werden somit mindestens zwei Halbprofile gebildet, die eine gleiche Geometrie aufweisen, aber leicht voneinander abweichende äußerer Abmessungen besitzen. Unter gleicher Geometrie ist dabei eine gleiche geometrischer Form zu verstehen. Die äußeren Abmessungen müssen dabei nicht identisch sein sondern können voneinander abweichen. Dies beinhaltet insbesondere auch unterschiedliche Wandstärken und geringfügig voneinander abweichende Krümmungsradien der jeweiligen Halbprofile.

**[0024]** Diese Vorgehensweise führt zu dem wesentlichen Verfahrensvorteil, dass in einem einzigen Arbeitsschritt mit einem Umformwerkzeug mehrere nahezu gleiche Teile hergestellt werden können.

**[0025]** Im letzten der erfindungswesentlichen Prozessschritte (d) wird eines der Halbprofile mit einem zweiten Halbprofil oder flächigen Halbzeug zu einem Hohlprofil verbunden. Es hat sich gezeigt, dass es für viele Anwendungen nicht erforderlich ist hierbei ein symmetrisches Hohlprofil (8) zu verwenden, sondern es ist ebenso gut ein quasi-symmetrisches Hohlprofil (7) geeignet, bei dem zwei Halbprofile mit unterschiedlichen äußeren Abmessungen miteinander verbunden werden.

**[0026]** Da sich die äußeren Abmessungen der gemeinsam umgeformten Halbprofile nur gering voneinander unterscheiden, ist es möglich in bereits bestehenden Produktionsabläufen bzw. etablierten Rahmenkonstruktionen aus konventionellen symmetrischen Hohlprofilen eine Substitution der symmetrischen Hohlprofile durch die quasi-symmetrischen Hohlprofile vorzunehmen, ohne bedeutende prozesstechnische oder konstruktive Änderungen vornehmen zu müssen. Insbesondere ist es beispielsweise beim Karosseriebau von Kraftfahrzeugen möglich, die Substitution in der laufenden Serie durchzuführen.

**[0027]** Zu den geeigneten Materialien für die flächigen Halbzeuge, bzw. Halbprofile sind im Prinzip alle Werkstoffe geeignet, die einer Umformung unter Druck zugänglich sind. Hierzu zählen insbesondere Metalle, wie Stähle oder Leichtmetalle, oder Kunststoffe, wie Thermoplasten, oder faser- oder partikelverstärkte Kunststoffe.

**[0028]** Zu den erfindungsgemäß bevorzugten Materialien zählen auch Hybridwerkstoffe aus Metall/Metall, beispielsweise Stahl/Aluminium, sowie Me-

tall/Kunststoff. Typische Ausgestaltungen dieser Hybridwerkstoffe stellen Sandwichplatten dar. Dabei ist die Anordnung Metall/Kunststoff/Metall besonders bevorzugt.

**[0029]** Es kann von Vorteil sein, die flächigen Halbzeuge vor dem Einlegen in das Umformwerkzeuge durch Trennfolien, Einlegeeile oder andere geeignete Trennmittel voneinander zu trennen. Dies stellt bei Kunststoffbauteilen, oder FVK die bevorzugte Verfahrensvariante dar. In einer bevorzugten Ausgestaltung stellt das Umformwerkzeug dabei ein SMC- (Sheet molding Compound) oder ein RTM-Werkzeug (Resin Transfer Molding) dar. Das Trennmittel umfasst dabei bevorzugt eine Folie oder ein Metallblech.

**[0030]** Bei der Druckumformung werden für Kunststoffhalbzeuge bevorzugt Metall- oder Kunststofffolien als Trennmittel eingesetzt.

**[0031]** Eine weitere Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist ein entsprechend ausgestalteter RTM-Prozess. Als flächige Halbzeuge werden in die RTM-Form formbare Faserformlinge, wie beispielsweise Fasermatten, Fasergelege oder Fasergestricke eingelegt. Diese werden dann beim schließen der Form zur gewünschten Geometrie des Halbprofils umgeformt. Darauf wird in gewohnter Weise Harz injiziert und ausgehärtet.

**[0032]** Eine weitere Variante des Verfahrens ist ein entsprechend ausgestalteter SMC-Prozess. Im Falle des SMC-Prozess bestehen die flächigen Halbzeuge bevorzugt aus harzgetränkten faserverstärkten Flächengebilden.

**[0033]** In einer ersten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist somit vorgesehen, mindestens ein oberes (5) und ein unteres (3) Halbprofil miteinander zu verbinden, um ein quasisymmetrisches Hohlprofil (7) zu erzeugen.

**[0034]** Die Verbindung kann dabei durch alle im Kunststoffbeziehungsweise im Metallbau üblichen Verbindungstechniken erfolgen. Hierzu gehören unter anderem auch die Schweißtechnik und die Klebtechnik.

**[0035]** Durch geeignete Vorgabe der Wandstärken (Dicke) der flächigen Halbzeuge kann beim gemeinsamen Pressen erreicht werden, dass alle hierdurch erzeugten Halbprofile im wesentlichen die gleichen oder auch gezielt unterschiedliche Wandstärke aufweisen.

**[0036]** In einer weiteren Variante des Verfahrens ist vorgesehen jeweils mindestens zwei obere oder zwei untere Halbprofile zu verbinden, die sich zu einem symmetrischen Hohlprofil (8) ergänzen. Die zu verbindenden Teile stammen somit aus mindestens zwei

unterschiedlichen Umform-Zyklen.

**[0037]** In einer weiteren Variante des Verfahrens ist vorgesehen die Halbprofile mit einem weiteren flächigen Halbzeug zu verbinden, wodurch ein unsymmetrisches Hohlprofil (9) gebildet wird.

**[0038]** Für die aufgeführten Varianten ist es von Bedeutung, dass die äußeren Abmessungen und die Wanddicken der unterschiedlichen geometri gleichen Halbprofile möglichst eng beieinander liegen. Bevorzugt werden durch die gemeinsame Umformung Halbprofile gebildet, die sich in ihren äußeren Abmessungen um maximal 10% voneinander unterscheiden.

**[0039]** Im Umformungsprozess werden erfindungsgemäß flächige Halbzeuge mit gleicher Geometrie und nahezu gleichen äußeren Abmessungen verwendet. Bevorzugt unterscheiden sich diese Halbzeuge nur hinsichtlich ihrer Dicke.

**[0040]** Die bevorzugten quasisymmetrischen Hohlprofile weisen ein oberes und ein unteres Hohlprofil gleicher Geometrie auf, deren äußere Abmessungen sich zumindest in einer Raumrichtung im Bereich von 0,2 bis 10% voneinander unterscheiden.

**[0041]** Die erfindungsgemäßen Hohlprofile werden bevorzugt im Bereich des Rohbaus von Kraftfahrzeugen eingesetzt. Hierbei sind insbesondere Profileteile zur Fertigung des Rohbaus, insbesondere der Fahrgastzelle, von Bedeutung.

**[0042]** Eine weitere bevorzugte Verwendung ist die Herstellung von Deformationselementen in der Karosserie von Fahrzeugen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Hohlprofilen durch Umformung und Verbindung von flächigen Halbzeugen gekennzeichnet durch die folgenden Schritte,

- a) Einlegen von mindestens zwei flächigen Halbzeugen aus Werkstoffen mit vergleichbaren mechanischen Kennwerten in ein Umformwerkzeug mit oberem und unterem Werkzeug
- b) Gemeinsame Umformung der flächigen Halbzeuge unter Bildung mindestens eines oberen und eines unteren Halbprofils
- c) Trennen der einzelnen Halbprofile voneinander
- d) Verbinden eines nach den Schritten a) bis c) hergestellten Halbprofils mit einem flächigen Halbzeug oder mit einem weiteren Halbprofil unter Bildung eines Hohlprofils.

2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass im Schritt d) mindestens ein oberes und ein unteres Halbprofil verbunden werden, die ge-

meinsam durch die Schritte a) bis c) umgeformt wurden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass im Schritt d) mindestens zwei obere oder zwei untere Halbprofile verbunden werden, die aus verschiedenen Umformprozessen stammen.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die verbindenden Halbprofile, oder das flächige Halbzeug aus dem gleichen Material gebildet sind.

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Material der Halbprofile Metalle, insbesondere Stähle oder Leichtmetalle, Kunststoffe oder verstärkte Kunststoffe verwendet werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Material Hybridwerkstoffe aus Metallen, Kunststoffen und/oder verstärkten Kunststoffen verwendet werden.

7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch die gemeinsame Umformung zwei Halbprofile gebildet werden, die sich in ihren äußeren Abmessungen um maximal 10% voneinander unterscheiden.

8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen mindestens zwei der flächigen Halbzeuge in Schritt a) einer Trennschicht eingelegt wird.

9. Hohlprofil, hergestellt nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die obere und die untere Hälfte des Hohlprofils gleiche Geometrie aufweisen, wobei sich deren äußere Abmessungen zumindest in einer Raumrichtung im Bereich von 0,2 bis 10% voneinander unterscheiden.

10. Hohlprofil, hergestellt nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die obere und die untere Hälfte des Hohlprofils gleiche Geometrie und gleiche äußere Abmessungen aufweisen.

11. Verwendung eines Hohlprofils nach Anspruch 8 oder 9 in Kraftfahrzeugen.

12. Verwendung eines Hohlprofils nach Anspruch 8 oder 9 im Bereich des Rohbaus von Kraftfahrzeugen.

13. Verwendung eines Hohlprofils nach Anspruch 8 oder 9 in Deformationselementen der Karosserie von Fahrzeugen.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

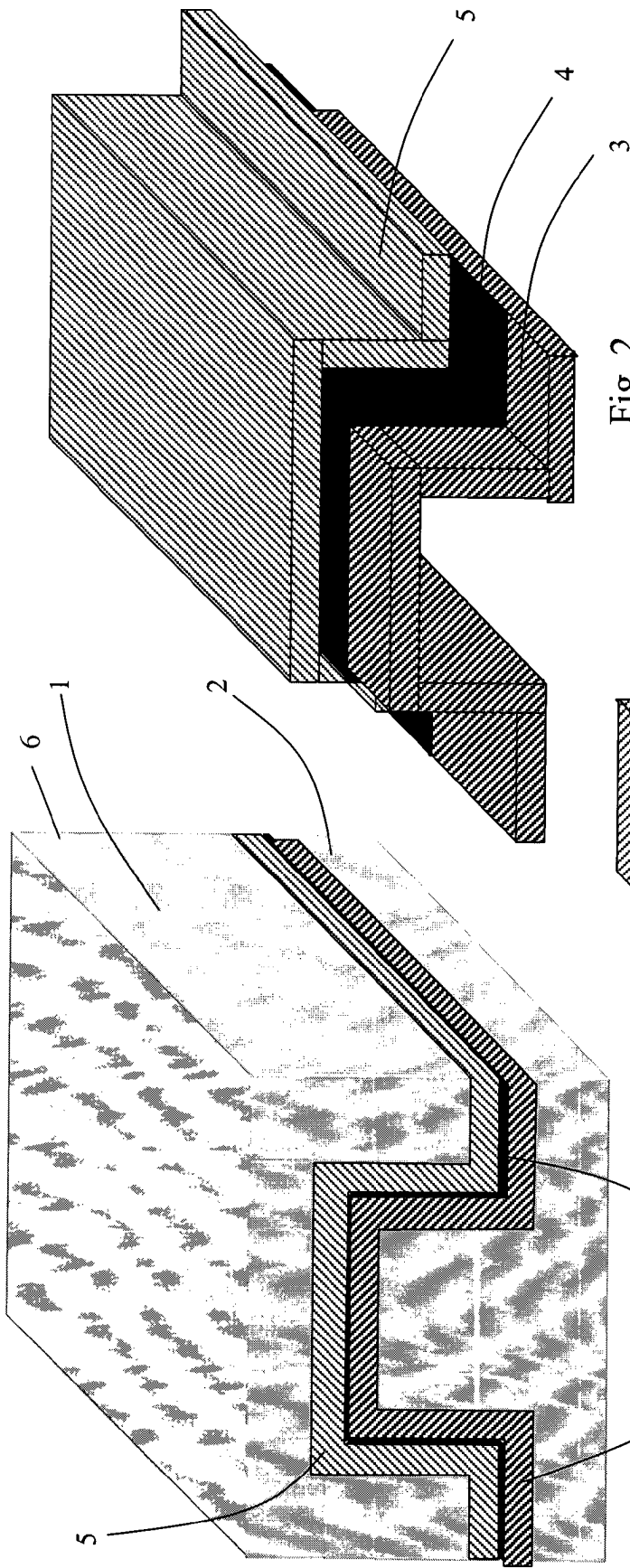


Fig. 1

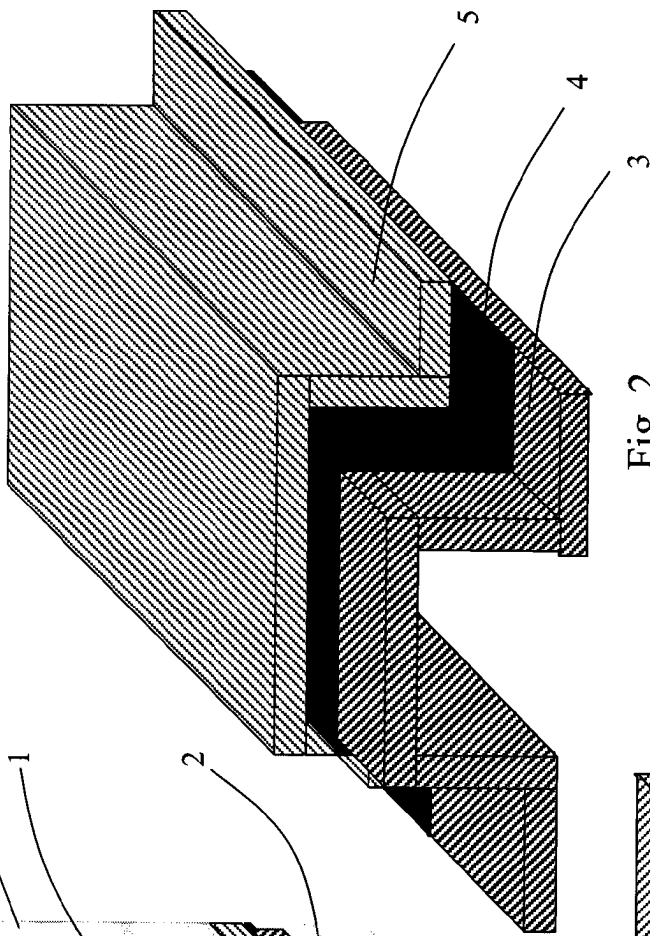


Fig. 2

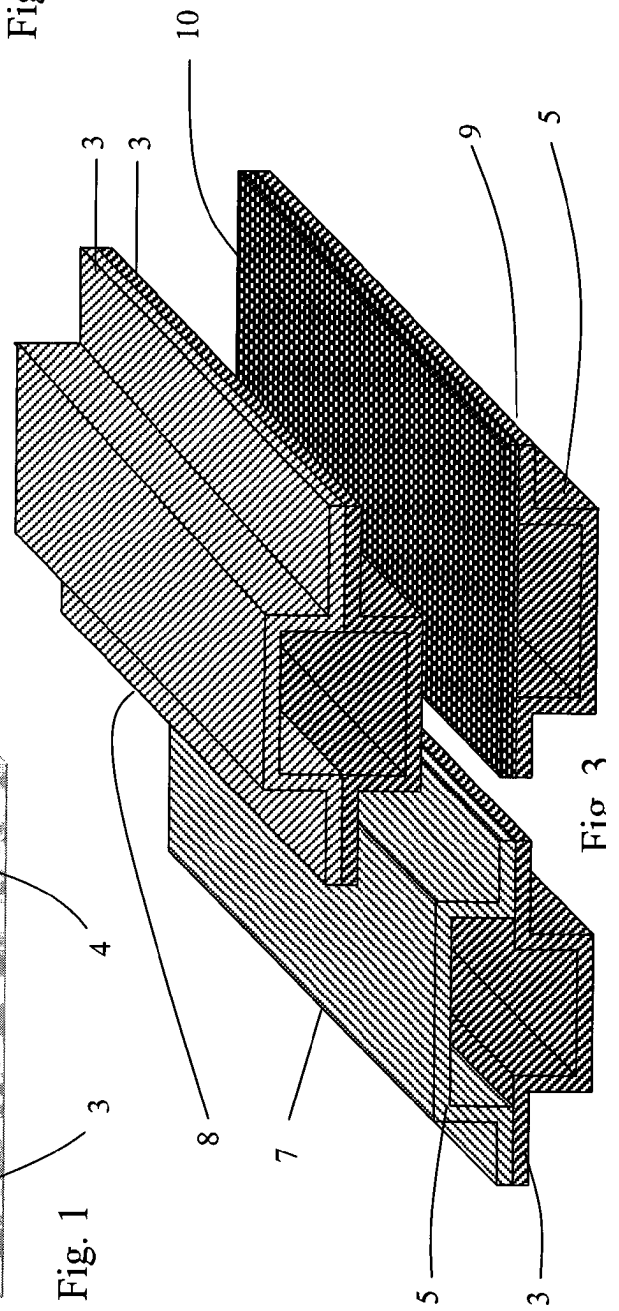


Fig. 3