

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTSCHRIFT 156 078

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Int. Cl.³

(11) 156 078

(44) 28.07.82

3(51) C 03 C 27/04
C 04 B 37/02

(21) WP C 03 C / 227 040 8

(22) 16.01.81

(71) siehe (72)

(72) Reif, Dieter, Dr.rer.nat. Dipl.-Chem.; Lohse, Peter, Dipl.-Chem.; Schwieger, Hans-Christian, Dr.-Ing., DD

(73) siehe (72)

(74) H. Löhlein, VEB Werk für Technisches Glas, Patentabteilung, 6300 Ilmenau, Langwieser Straße 16

54) Verfahren zur Herstellung von Verbundwerkstücken

57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Verbundwerkstücken aus silikatischen und metallischen Werkstoffen, bei dem der metallische Teil des Verbundwerkstückes mit einem 0,1 bis 1 mm dicken Überzug aus niedragschmelzendem Email- oder Glaspulver versehen, in einem Formhohlraum eingesetzt und von einer silikatischen Schmelze umgossen wird. Das aufschmelzende Email- oder Glaspulver verbindet sich sowohl mit dem metallischen als auch silikatischen Teil des Verbundwerkstückes und führt auf diese Weise zu einer stoffschlüssigen Verbindung zwischen beiden. Eingegossene metallische Teile, wie Gewindestücke und ähnliches erhalten dadurch einen festen Sitz im silikatischen Grundmaterial. Die Einsatzbreite silikatischer Werkstoffe, besonders von maschinell bearbeitbaren Nitrokeramen, die während der Abkühlung aus dem schmelzflüssigen Zustand in situ kristallisieren, wird durch Anwendung des Verfahrens bedeutend erweitert. - Fig.A -

Titel der Erfindung

Verfahren zur Herstellung von Verbundwerkstücken

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Verbundwerkstücken aus silikatischen und metallischen Werkstoffen, bei dem unmittelbar im Zusammenhang mit der Urformung einer silikatischen Schmelze, z.B. durch Gießen oder Schleudern eine stoffschlüssige Verbindung zwischen dem Metall und dem silikatischen Werkstoff realisiert wird.

Die erfindungsgemäßen Verbundwerkstücke erhöhen die Einsatzbreite silikatischer Werkstoffe im Geräte- und Maschinenbau, der Elektrotechnik und anderen Bereichen und eignen sich für die Substitution bekannter Erzeugnisse z.B. aus Metallen, Plaste, Keramik sowie für neue Einsatzgebiete.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bekannt sind verschiedene Verfahren zur Herstellung von Verbundkörpern aus silikatischen und metallischen Werkstoffen. So werden z.B. auf dem Gebiet der Feuerfestmaterialien derartige Verbunde zur mechanischen Verstärkung des silikatischen Materials und/oder aus konstruktiven Gesichtspunkten hergestellt. Dazu werden entsprechende Metallteile z.B. Armierungen, Befestigungslaschen oder Schrauben in keramische Massen eingebettet und den entsprechenden Verfestigungsprozessen mit unterworfen.

Beispiele für solche Verfahren sind u.a. in der DE-AS 2048356 und der DE-OS 2743717 beschrieben. Andererseits ist es auch möglich, vorgesinterte Keramikteile mit Metall zu umgießen, wie dies in der DE-AS 2163717, der DE-OS 2128827 und der DE-OS 2361643 dargelegt wird.

Weiterhin ist die Herstellung von Verbunden aus Metallen und Keramiken durch geeignete Fügeverfahren, z.B. Schweißen, Löten und Kleben bekannt. So beschreibt die DE-OS 2417478 ein Verfahren zum Verbinden von anorganischen Körpern mit Metall durch Diffusionsschweißen mit metallischer Zwischenschicht.

Nach DD-WP 36988 bekannt ist auch das teilweise oder völlige Umgießen von metallischen Teilen zu Armierungs- und Befestigungszwecken mit schmelzflüssigen silikatischen Materialien, wobei der Schmelzpunkt der Metallteile im allgemeinen größer als die Temperatur der silikatischen Schmelze ist. Ein fester Sitz der Metallteile im silikatischen Grundmaterial wird bei dieser Verfahrensweise nur bei gezielter Ausnutzung der Schrumpfspannungen bei der Erstarrung der silikatischen Schmelze und der linearen

thermischen Ausdehnungskoeffizienten erreicht. Eine stoffschlüssige Verbindung wird durch derartige Verfahren jedoch in der Regel nicht erreicht. Das gilt besonders dann, wenn es sich um kompakte Metallteile handelt und diese mit Raumtemperatur in die Gießformen eingesetzt werden.

Eine lange Behandlung des Verbundkörpers bei hohen Temperaturen zur Erhöhung der Grenzflächenreaktionen zwischen Metallteil und silikatischer Schmelze ist wegen der damit verbundenen Gefüge- und Eigenschaftsänderungen und aus technologischen Gesichtspunkten nicht möglich. Darüber hinaus können Schrumpfspannungen bei komplizierter Geometrie der Gußteile nicht mehr hinreichend beherrscht werden, um einen festen Sitz der Metallteile im silikatischen Grundkörper zu garantieren.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein Herstellungsverfahren für Verbundkörper aus silikatischen und metallischen Werkstoffen zu schaffen, das bei silikatischen Werkstoffen anwendbar sein soll, die über einen Schmelzprozeß hergestellt und durch anschließende Urformung zu Teilen verarbeitet werden können, wie z.B. maschinell bearbeitbare Vitrokerame nach DD-WP 111886 oder DD-WP 124181.

Zwischen dem silikatischen Werkstoff und dem Metall soll bei der Abkühlung der silikatischen Schmelze während und nach ihrer Urformung eine stoffschlüssige Verbindung geschaffen werden, die einen festen Sitz eingeschlossener Metallteile garantiert.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Es wurde gefunden, daß eine stoffschlüssige Verbindung zwischen eingegossenem Metallteil und dem silikatischen Werkstoff gebildet wird, wenn die einzugießenden oder zu umgießenden Metallteile vor dem Zusammenbringen mit dem schmelzflüssigen silikatischen Werkstoff an den Oberflächenteilen, an denen der Verbund realisiert werden soll, mit einem niedrigschmelzenden Email- oder Glaspulver angepaßter Ausdehnung beschichtet wird. Nach dem Ein- oder Umgießen der beschichteten Oberflächenpartien der Metallteile schmilzt das Email- oder Glaspulver durch den Wärmeinhalt der silikatischen Schmelze auf und verbindet den silikatischen Werkstoff mit den um- oder eingegossenen Metallteilen stoffschlüssig. Auf diese Weise wird ein mechanisch und thermisch stabiler Verbund realisiert und auch bei Gebrauch ein fester Sitz der eingegossenen Gewindestücke realisiert.

Das Verfahren ist durch folgende Verfahrensschritte charakterisiert:

- Beschichten des oder der um- bzw. einzugießenden Metallteile mit niedrigschmelzenden Email- oder Glaspulver angepaßter linearer thermischer Ausdehnung;
- Einsetzen der so vorbereiteten Metallteile in geeigneter Weise in eine Form zur Urformung der silikatischen Schmelze;
- Eingießen der silikatischen Schmelze in die Form, Abkühlung des Verbundkörpers im Temperaturbereich von 1673 K bis 973 K mit Abkühlgeschwindigkeiten vorzugsweise zwischen 10 und 300 K min⁻¹;
- Entformen des Verbundkörpers im Temperaturbereich von 873 - 973 K und Abkühlung auf Raumtemperatur.

Die Beschichtung der Metallteile kann durch bekannte Verfahren wie z.B. Tauchen, Aufsprühen oder auf elektrostatischem Wege realisiert werden. Nach der Trocknung der im allgemeinen als Schlicker aufgetragenen Email- oder Glaspulver sind die Teile zum Einsetzen in eine Form vorbereitet. Als vorteilhaft hat sich speziell für die Verbundlösung aus maschinell bearbeitbarem Vitrokeram und Gußeisen oder Stahl Grundemaille bewährt.

Spezielle anorganische oder organische Binder zur Verbesserung der Haltbarkeit der Email- oder Glaspulverschichten auf den Metallteilen können dem Schlicker zugesetzt werden. Es ist auch möglich, die Oberfläche der Metallteile zur weiteren Verbesserung der Verbundbildungen vorzubehandeln z.B. durch Aufrauen, Rändeln, Anbringen von Nuten u.ä.

Das Einsetzen der Metallteile in die für die Urformung der silikatischen Schmelze vorgesehenen Form erfolgt vorzugsweise bei Raumtemperatur, da sich diese Bedingungen in der Praxis am einfachsten realisieren lassen. Im Einzelfall kann es aus technologischen Gründen erforderlich sein, z.B. wenn sehr komplizierte Metallteile eingegossen werden sollen, die Schichtdicke des Email- oder Glaspulverüberzuges und Temperatur des Metallteils den besonderen Bedingungen anzupassen, um eine stoffschlüssige Verbindung zu garantieren. So kann es z.B. erforderlich sein, die Temperatur der beschichteten Metallteile auf Temperaturen zwischen Raumtemperatur und 373 K zu erhöhen, um Kondensation von Wasser an den in den Formhohlraum eingesetzten Metallteilen zu vermeiden. Bei Volumenteilen der Metallteile bezogen auf das silikatische Teil im Bereich von < 50 % haben sich Schichtdicken für die Email- oder Glaspulverschichten von 0,1 bis 1,0 mm als vorteilhaft erwiesen.

Mit Raumtemperatur in z.B. eine Gieß- oder Schleuderform eingesetzte, mit niedrigschmelzenden Email- oder Glaspulver beschichtete Metallteile werden bei Abkühlgeschwindigkeiten von 10 - 300 K min im Temperaturbereich von 1673 bis 973 K stoffschlüssig mit dem silikatischen Werkstoff verbunden. Positiv wirkt sich hierbei aus, daß durch die Beschichtung der Metallteile deren Abschreckwirkung auf die Schmelze wesentlich verringert wird, was sich günstig auf die Ausbildung einer einheitlichen Struktur im silikatischen Werkstoff auswirkt. Gleichzeitig fungiert die gebildete Zwischenschicht bei der Verbundbildung als Ausdehnungsvermittler zwischen den silikatischen und metallischen Werkstoffen.

Obwohl das erfindungsgemäße Verfahren bevorzugt auf silikatische Schmelzen anzuwenden ist, die während der Abkühlung aus dem schmelzflüssigen Zustand zu Vitrokeramen kristallisieren, z.B. zu maschinell bearbeitbarer Vitrokeramik, ist dessen Anwendung nicht auf diese Werkstoffe begrenzt.

Bei entsprechender Auswahl der Werkstoffkombinationen läßt sich das Verfahrensprinzip analog z.B. auf Schlackenschmelzen, Basaltschmelzen und sonstige glasig oder teilkristallin erstarrende silikatische Schmelzen übertragen.

Wenn entsprechende Übereinstimmung der linearen thermischen Ausdehnung vorliegt, ist auch die Übertragung auf Vitrokerame möglich, die einer nachträglichen Wärmebehandlung zur gesteuerten Keimbildung und Kristallisation unterworfen werden müssen. Voraussetzung dafür ist, daß mit diesen strukturellen Veränderungen im silikatischen Material keine oder praktisch vernachlässigbare Dichteänderungen verbunden sind und keine Nachteile für die eingegossenen Metallteile auftreten.

Grundsätzlich ist es auch möglich, den Überzug aus niedrigschmelzenden Email- oder Glaspulver vor dem Einsetzen

des Metallteils in den Formhohlraum auf dem Metall aufzuschmelzen. Eine solche Verfahrensweise erfordert gegenüber dem erfindungsgemäßen Verfahren eine zusätzliche Verfahrensstufe, der Energieaufwand steigt und die durch den pulverförmigen Überzug verminderte Abschreckwirkung der Metallteile auf die Schmelze wird negativ beeinflusst.

Ausführungsbeispiele

1. Ausführungsbeispiel 1 betrifft die Herstellung von Tragkörpern zur Bearbeitung von Rundoptiken. Die hohen Anforderungen an die Meßgenauigkeit der Optikteile erfordert eine feste Verbindung zwischen den Tragkörpern aus maschinell bearbeitbarem Vitrokeram und den zur Aufnahme an den Bearbeitungsmaschinen dienenden metallischen Gewindestücken.

Die erfindungsgemäße Herstellung ist in Fig. A dargestellt. In einem durch Grünsand gebildeten Formhohlraum (1) wird ein Gewindeflansch aus Automatenstahl (2) (Ausdehnungskoeffizient $10,2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) eingebracht, dessen in den Formhohlraum ragende Oberfläche mit einer Schicht getrockneten Grundemailschlicker (Ausdehnungskoeffizient $10,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) überzogen ist (3).

Der Überzug hat eine Dicke von 0,2 mm.

In den Formhohlraum wird Schmelze aus maschinell bearbeitbarem Vitrokeram (Ausdehnungskoeffizient $10,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) mit einer Temperatur von 1623 K über einen Einguß (4) eingegossen. Durch den Wärmehalt der Schmelze wird die Schicht aus Grundemailschlicker zum Aufschmelzen gebracht. Sie verbindet sich sowohl mit dem Vitrokeram als auch mit dem Gewindeflansch. Durch Bearbeitungsversuche des Vitrokeramtragkörpers konnte nachgewiesen werden, daß die Festigkeit der Verbindung

im Gegensatz zu den unbehandelten Gewindeflanschen den Erfordernissen ausgezeichnet gerecht wird.

2. Ausführungsbeispiel 2 betrifft die Herstellung von Stützisolatoren. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zeigt Fig. B.

In dem Formhohlraum (1) einer Kokille (2) werden zwei Gewindebolzen (3) aus X20Cr13-Stahl, deren in den Formhohlraum ragende Oberflächen mit einer 0,2 mm dicken Schicht Grundemailschlicker (4) versehen sind, mittels einer speziellen Halterung (5) eingebracht.

In den Formhohlraum wird Schmelze aus maschinell bearbeitbarem Vitrokeram mit einer Temperatur von 1623 K über einer Eingußöffnung (6) eingegossen. Analog Ausführungsbeispiel 1 verbindet die schmelzende Emailpulverschicht den Isolierkörper und den Gewindebolzen so miteinander, daß die geforderten Festigkeitswerte weit überschritten werden.

3. Ausführungsbeispiel 3 betrifft eine Vorrichtung für die Herstellung von verschleißfesten Vitrokeramplatten mit Befestigungselementen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeigt Fig. C.

In einem plattenförmigen, durch Maskenformsand gebildeten Formhohlraum (1) werden Befestigungselemente (2) in Form von handelsüblichen Schrauben aus Automatenstahl (Ausdehnungskoeffizient $10,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) eingesetzt. Die im Formhohlraum liegenden Köpfe der Schrauben werden mit einem Grundemailschlicker (3) durch Tauchverfahren überzogen (Schichtdicke 0,5 mm, Ausdehnungskoeffizient $85 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$).

In den Formhohlraum wird die Schmelze eines verschleißfesten Vitrokerams mit einer Temperatur von 1723 K über einer Eingußöffnung (4) eingegossen. (Ausdehnungskoeffizient $70 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$).

Durch die Temperatur der Schmelze wird die Emailschiicht zum Aufschmelzen gebracht und verbindet sich mit dem Vitrokeram und dem Metall, wobei die Grundemailschiicht gleichzeitig als Vermittler in der Ausdehnung zwischen Metall und Vitrokeram fungiert. Es entsteht eine feste Verbindung, die gut die Befestigung der Platten an einem entsprechenden Untergrund ermöglicht und eine Lockerung der Schrauben verhindert.

Erfindungsansprüche

-
1. Verfahren zur Herstellung von Verbundwerkstücken aus silikatischen und metallischen Werkstoffen, bei dem das metallische Teil als Verbundwerkstück in einem Formhohlraum eingesetzt und dort zumindest teilweise von einer silikatischen Schmelze umgossen wird, gekennzeichnet dadurch, daß das metallische Teil an den für die Verbundbildung vorgesehenen Stelle vor dem Einsetzen in den Formhohlraum mit einer Schicht eines niedrigschmelzenden, in der linearen Ausdehnung angepaßten Email- oder Glaspulvers überzogen und zwischen dem silikatischen und metallischen Teil des Verbundwerkstückes eine stoffschlüssige Verbindung gebildet wird.
 2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß das Verbundwerkstück aus einem während der Abkühlung aus dem schmelzflüssigen Zustand in situ kristallisierenden Vitrokeram und Teilen aus Metall und/oder Metalllegierungen hergestellt wird.
 3. Verfahren nach Punkt 2, gekennzeichnet dadurch, daß das Verbundwerkstück aus einem während der Abkühlung aus dem schmelzflüssigen Zustand in situ kristallisierenden maschinell bearbeitbarem Vitrokeram und Teilen aus Eisen- und/oder Stahllegierungen hergestellt wird.
 4. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß das Verbundwerkstück aus einer glasig oder teilkristallisierenden erstarrenden silikatischen Schmelze und Teilen aus Metall und/oder Metallegierungen gebildet wird.

5. Verfahren nach Punkt 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß Email- oder Glaspulverschicht auf den für die Verbundbildung vorgesehenen Oberflächenbereiche der Metallteile in einer Dicke von 0,1 bis 1 mm aufgetragen wird.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

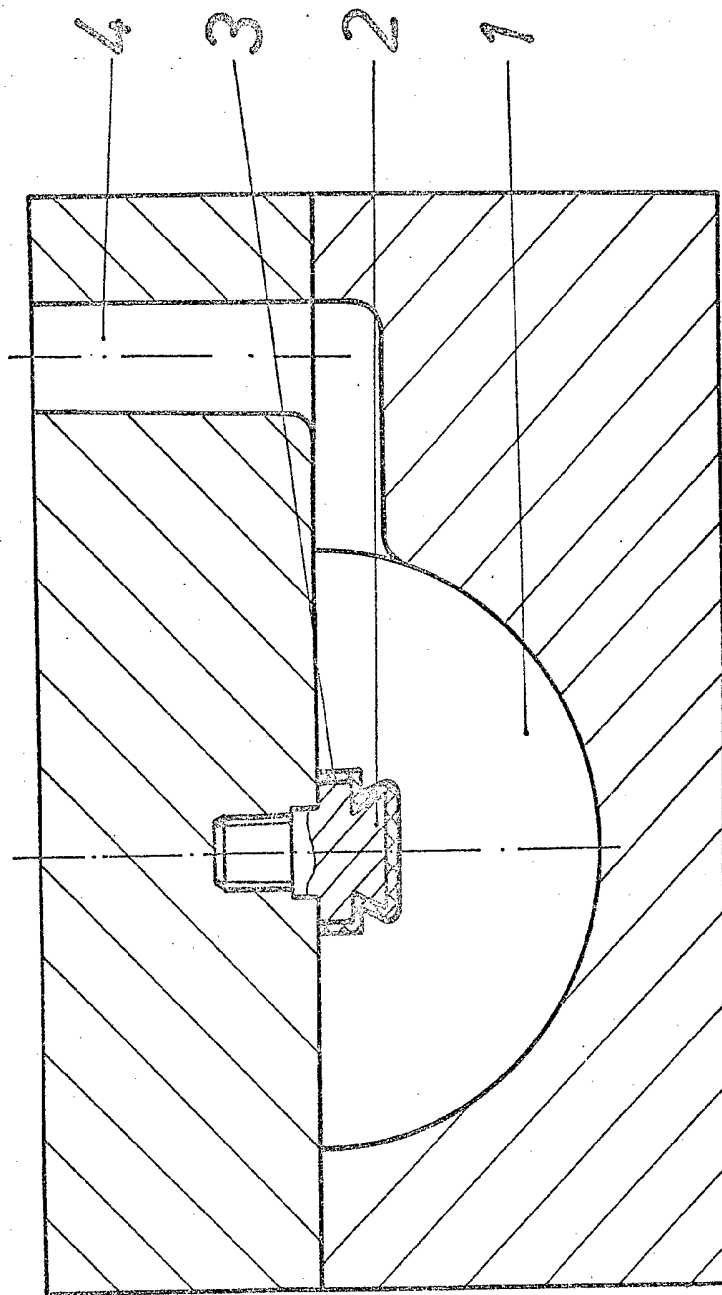


Fig. A

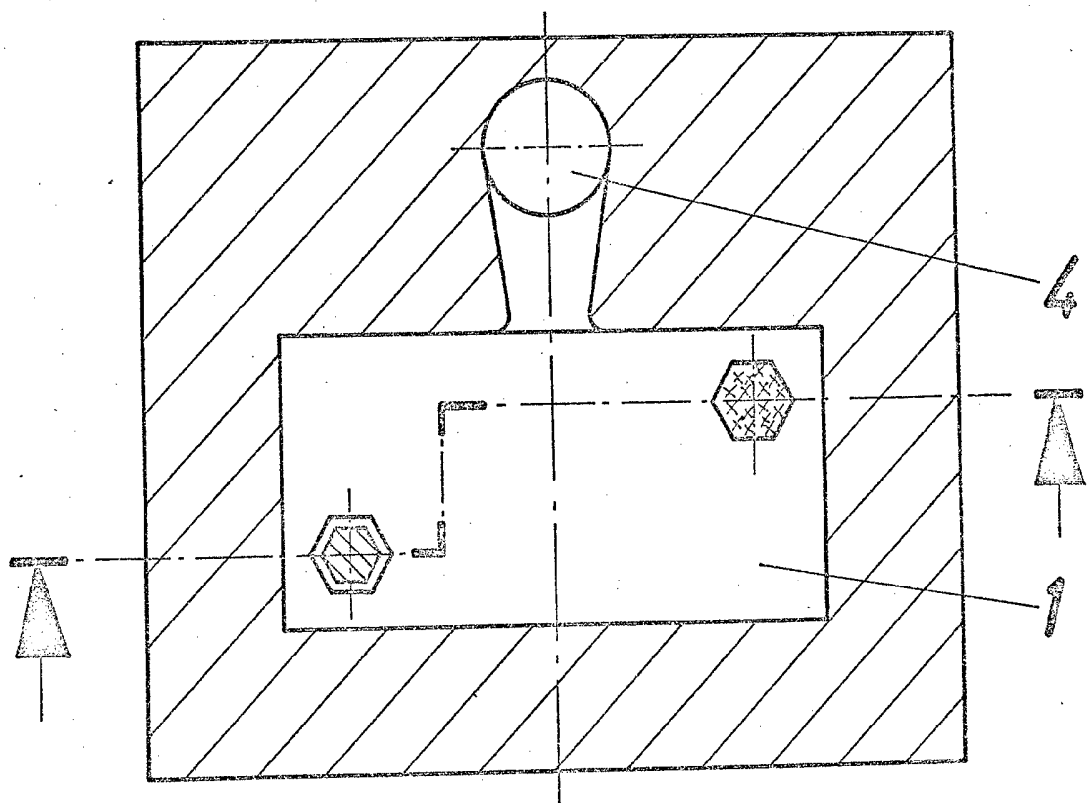
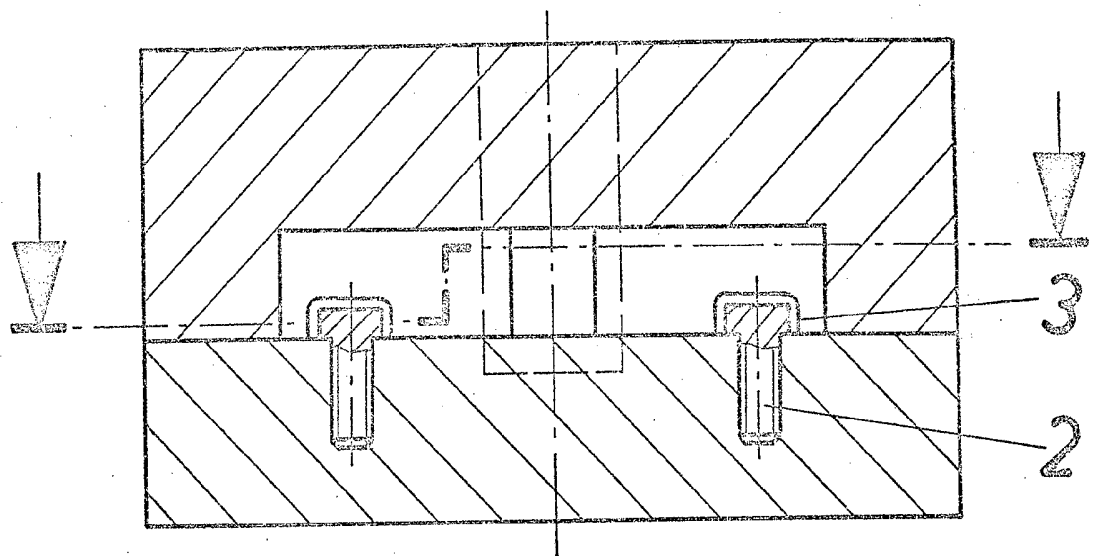


Fig. C