

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 645 350 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.04.2006 Patentblatt 2006/15

(51) Int Cl.:
B22D 19/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05022013.6**

(22) Anmeldetag: **10.10.2005**

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

(30) Priorität: **08.10.2004 DE 102004049353**
22.04.2005 DE 102005018936

(71) Anmelder: **Fraunhofer-Gesellschaft zur
Förderung der angewandten Forschung e.V.**
80686 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Müller, Thorsten**
28195 Bremen (DE)
• **Wostmann, Franz-Josef**
48163 Münster (DE)
• **Busse, Matthias**
28757 Bremen (DE)

(54) **Gussbauteil mit integrierten Funktionselementen und Verfahren zu seiner Herstellung**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft die Herstellung eines Gussbauteils mit integrierten Funktionselementen, und ein Verfahren zu seiner Herstellung. Nach diesem Verfahren können insbesondere Sensoren, Aktoren und temperaturempfindliche Funktionselemente, d.h. Funktionselemente, die nicht oder nicht für die Dauer des Gussverfahrens temperaturbeständig sind, eingegossen werden.

Das Herstellungsverfahren wird so durchgeführt, dass ein gegebenenfalls mit einer Schutzschicht zumindest teilweise umhülltes Funktionselement in der Kavität einer Gussform positioniert wird und anschließend mittels eines Gussverfahrens mit einem Metall umgossen wird, wobei die Positionierung in der Gussform so gewählt wird, dass die Strömungsgeschwindigkeit im Bereich des Funktionselements niedrig ist.

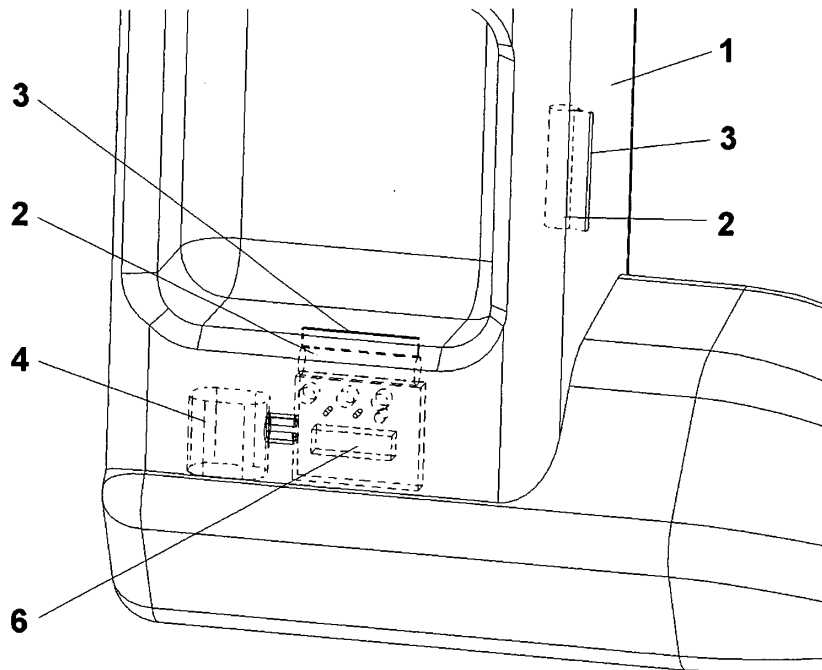


Fig. 4

EP 1 645 350 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft die Herstellung eines Gussbauteils mit integrierten Funktionselementen, und ein Verfahren zu seiner Herstellung. Nach diesem Verfahren können insbesondere Sensoren, Aktoren und temperaturempfindliche Funktionselemente, d.h. Funktionselemente die nicht oder nicht für die Dauer des Gussverfahrens temperaturbeständig sind, eingegossen werden. Die Erfindung ermöglicht die Integration von Funktionselementen in metallische Gussteile (während des Gießprozesses) als Permanentkern. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird also die Möglichkeit eröffnet, die Funktion von Gussstücken von der individuellen Kennzeichnung bis hin zur integrierten Belastungsüberwachung zu erweitern.

[0002] Nach dem Stand der Technik ist kein Verfahren bekannt, mit dem derartige Sensoren, Aktoren und temperaturempfindlichen Funktionselemente in einem Gussbauteil angeordnet werden können, ohne dass während des Gussverfahrens die Funktionsfähigkeit dieser Funktionselemente verloren geht.

[0003] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, diesen Nachteil zu überwinden und ein Bauteil und ein Verfahren zu dessen Herstellung anzugeben, in dem Funktionselemente eingegossen sind, die auch nach dem Vergießen der Metallschmelze noch funktionstüchtig sind.

[0004] Diese Aufgabe wird durch das Bauteil nach Anspruch 1 und das Verfahren zu dessen Herstellung nach Anspruch 7 gelöst. Unteransprüche geben vorteilhafte Weiterbildungen an. Anspruch 10 lehrt eine vorteilhafte Verwendung der erfindungsgemäßen Bauteile.

[0005] Die erfindungsgemäßen Bauteile zeichnen sich dadurch aus, dass sie ein oder mehrere eingegossene Funktionselemente enthalten.

Als Funktionselemente kommen insbesondere adaptronische Sensoren und/oder adaptronische Aktoren (z. B. Piezokeramiken) sowie temperaturempfindliche Funktionselemente in Betracht. Diese Funktionselemente können beispielsweise auch elektronische Baugruppen sein, die aktiv oder passiv mit Energie versorgt werden, z.B. über nach außen aus dem Bauteil abgeführte Kabel, über Induktion, eine integrierte Batterie, einen Kondensator oder über eine mechanische, autarke Bewegungseinheit. Die Verbindung zum Empfänger/Sender oder einer externen Energiequelle außerhalb des Gussstückes kann dabei insbesondere über aus dem Gussstück ausgeführte Leitungen oder ohne direkte Kabelverbindung (telemetrisch/wireless) erfolgen.

Bei einer Übertragung über Kabel kann das Gussstück selber als Anschluss bzw. Leitung dienen und eine Phase ersetzen. Für die drahtlose Übertragung können elektronische Komponenten, mittels derer eine Übertragung durch Infrarot oder Funk (z.B. Bluetooth) möglich ist, oder auch Transponder bzw. RFID eingesetzt werden.

Die Funktionselemente können einzeln oder in Kombination integriert werden; neben Bauteilen mit integrierten

Funktionselementen für eine Bauteilidentifizierung, sensorischen Bauteilen und aktorischen Bauteilen sind auch intelligente Bauteile mit integrierter Datenerfassung, Verarbeitung und Regelung herstellbar.

[0006] Einsatzgebiete für die erfindungsgemäßen Bauteile sind zum Beispiel hochbelastete Sicherheitsbauteile, deren Belastungszustand und Belastungsgeschichte mit den enthaltenen Funktionselementen permanent erfasst und beeinflusst werden kann. Damit kann eine erhöhte Sicherheit gegen Bauteilversagen im Betrieb erzielt werden und ein Leichtbau durch Anpassung von Sicherheitsfaktoren an die realen Umstände erfolgen. Als Beispiele sind Anwendungen in Kraftfahrzeugen und der Luftfahrt zu nennen, etwa Motorblöcke oder Fahrwerksteile von Kraftfahrzeugen oder Flugzeugen. Hier können mit Sensoren die im Betrieb aufkommenden Belastungen erfasst und gespeichert werden, um z.B. eine Meldung bei einsetzender Bauteilschädigung, oder bei Überlastung des Bauteils über Kabel, Funk oder Induktion an die Fahrzeugelektronik gemeldet werden. Bei Einsatz von Aktoren können gezielt Schwingungen in das Bauteil eingebracht werden. Durch Kombination mit Sensoren und elektronischen Reglern lassen sich dadurch Bauteilschwingungen unterdrücken. Durch die Kombination mit einem Speichermodul wird es möglich die Lebensgeschichte des Bauteils zu erfassen.

Ein weiteres Anwendungsgebiet ist die Prüftechnik von Bauteilen und die Bauteilentwicklung, da durch die Integration der Funktionselemente auftretende Kräfte direkt im Bauteil erfasst und aufgezeichnet werden können.

[0007] Die zu integrierenden Funktionselemente werden vor dem Abguss in einer Gussform positioniert und während des Gießvorgangs durch die Metallschmelze umhüllt. Die in den Bauteilen eingegossenen Funktionselemente sind dann bevorzugt vollständig von vergossenem Metall umgeben. Erfindungsgemäß sind allerdings auch Bauteile umfasst, bei denen das vergossene Metall das Funktionselement nicht vollständig umgibt - etwa weil ein Auslass für etwaige nach außen zu führende Kabelverbindungen, dielektrische Spalte für RFIDs o.ä. vorgesehen bzw. nötig ist. Bei einer teilweisen Umhüllung der Elemente und einer direkten Verbindung zur Bauteiloberfläche über die eingegossenen Elemente oder die Umhüllung können die Auslässe auch für die Datenübertragung durch optische oder induktive Signale genutzt werden.

Vorteilhafterweise sind derartige Auslässe am Bauteil aber auf den maximal nötigen Anschlussbereich bzw. Funktionsbereich beschränkt. Bevorzugt weist das vergossene Metall im Bereich der Funktionselemente eine einheitliche Gefügestruktur auf, so dass dort keine unerwünschten "Sollbruchstellen" auftreten.

[0008] Zur Vermeidung einer Beschädigung der zu integrierenden Elemente durch einen zu hohen Wärmeeintrag stehen - falls erforderlich - verschiedene Möglichkeiten entsprechend der eingesetzten Elemente zur Auswahl.

[0009] Funktionselemente, die von Haus aus eine ho-

he kurzzeitige Temperaturbelastung tolerieren, insbesondere elektronische oder Piezoelektrische Elemente, können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren üblicherweise direkt ohne weitere Maßnahmen eingegossen werden.

Sind die Spitzentemperaturen, wie sie z.B. beim Aluminium- und Magnesiumguss auftreten, zu hoch oder ist die Temperaturempfindlichkeit des einzugießenden Funktionselements zu groß, so kann der Wärmeeintrag in die zu integrierenden Komponenten reduziert werden, indem - insbesondere in den Bereichen, in denen sich Funktionselemente befinden - über die Gießform die Wärme durch geeignete Temperierungsmaßnahmen, wie Kühlelemente oder Heiz-Kühlgeräte abgeführt wird.

[0010] Alternativ oder zusätzlich kann zum Schutz der Funktionselemente eine Umhüllung aus einem thermisch isolierenden Material (thermische Kapselung) vorgenommen werden bzw. ein derartig umhülltes Funktionselement für das erfindungsgemäße Verfahren verwendet werden. Hierdurch wird der Wärmeeintrag in die zu integrierenden Elemente unter die max. zulässige Wärmemenge reduziert. Als Schutzschicht wird bevorzugt eine Masse mit geringer Wärmeleitfähigkeit eingesetzt. Geeignete Schutzschichtmaterialien sind insbesondere Kunststoff, Keramik oder niedrigschmelzende Metalllegierungen (d.h. Legierungen deren Schmelzpunkt bzw. deren Solidustemperatur und bevorzugt auch deren Liquidustemperatur unterhalb der Temperatur liegt, ab der die Funktionselemente in ihrer Funktion durch die eingebrachte Energie dauerhaft beeinträchtigt werden). Als niedrigschmelzende Metalllegierungen sind z.B. Legierungen, die Bismut (bevorzugt mehr als 50 Gew.-%) enthalten geeignet. Die Schutzschicht kann sich während des Gussvorgangs und gegebenenfalls auch des Erstarrungsvorgangs in der vergossenen Metallschmelze auflösen (insbesondere eine Schutzschicht aus einer niedrigschmelzenden Metalllegierung) oder dispergieren (insbesondere wenn bei schnelleren Strömungsgeschwindigkeiten der vergossenen Metallschmelze Partikel der Schutzschicht mitgerissen werden), sie kann aber auch - zumindest zum Teil - auf der Oberfläche des Funktionselements verbleiben oder sich zersetzen.

Die Schichtdicke der Schutzschicht kann z.B. mittels Simulationsprogrammen anhand der Materialdicke des Metalls, das das Funktionselement umgibt, der Temperatur der Schmelze, dem Wärmehalt und der Wärmeabfuhr über die Gussform berechnet werden. Bevorzugt wird die Schichtdicke dabei so gewählt, dass sie möglichst dünn ist, da die im fertigen Bauteil verbleibende Schutzschicht bzw. Reste hiervon in ungünstigen Fällen unerwünschte "Sollbruchstellen" im Bauteil darstellen können. Die Schutzschicht kann das Funktionselement auch nur teilweise umhüllen - etwa nur in Bereichen, die besonders temperaturempfindlich sind oder in denen aufgrund der Geometrie des herzustellenden Bauteils ein größerer Wärmeeintrag aus der zu vergießenden Metallschmelze zu erwarten ist.

Die sensorischen oder aktorischen Funktionselemente werden aber bevorzugt ohne Schutzschicht vergossen, da durch einen direkten Stoffschluss zwischen Bauteilmaterial und Sensor/Aktor Fehlerquellen reduziert werden können. Wird dennoch eine Schutzschicht benötigt, so wird diese bevorzugt aus Materialien mit bekannten mechanischen Eigenschaften ausgeführt, die eine rechnerische Korrektur ermöglichen. Hier kommen insbesondere keramische Schichten in Frage.

[0011] Das Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Bauteile wird so durchgeführt, dass ein gegebenenfalls mit einer Schutzschicht zumindest teilweise umhülltes Funktionselement in der Kavität einer Gussform positioniert wird und anschließend mittels eines Gussverfahrens mit einem Metall umgossen wird, wobei die Positionierung in der Gussform so gewählt wird, dass die Strömungsgeschwindigkeit der zu vergießenden Metallschmelze im Bereich des Funktionselements niedrig ist.

Unter niedrig ist hierbei insbesondere zu verstehen, dass die Strömungsgeschwindigkeit im Bereich des Funktionselements maximal 100 m/s beträgt, bevorzugt kleiner als 80 m/s beträgt und besonders bevorzugt kleiner als 50 m/s. Die Strömungsgeschwindigkeiten können vorab beispielsweise mittels Formfüllsimulationen (z.B. mittels der Software Magamasoft oder Procast) bestimmt werden.

Werden die Funktionselemente in Bauteilbereichen mit niedriger Strömungsgeschwindigkeit positioniert und vergossen, so kann hierbei der Schmelze so viel Wärme entzogen werden, dass während des Gussprozesses keine Erwärmung der Funktionselemente über Temperaturen erfolgen kann, ab denen die Funktionsfähigkeit des Funktionselements beeinträchtigt wird oder vollständig verloren geht. Ein zusätzlicher Wärmeentzug kann dabei besonders effektiv durch Kühlelemente erfolgen. Besonders bevorzugt wird das Funktionselement so positioniert, dass nur wenig Metall das Funktionselement umfließen muss, um Bereiche des Bauteils, die hinter dem Funktionselement liegen, zu füllen. Das Funktionselement kann auch so positioniert werden, dass der Bereich des Bauteils, der hinter dem Funktionselement liegt, durch geeignete Auslegung des Angussystems über einen anderen Strömungsweg mit Metallschmelze gefüllt wird.

Unter Metallschmelze wird erfindungsgemäß jedes Material verstanden, das ein oder mehrere Metalle bzw. Legierungen enthält oder aus diesen besteht und das mit den erfindungsgemäß anwendbaren Gießverfahren vergießbar ist (also z.B. auch tixotrope Materialien). Werden Schmelzen eingesetzt, die nicht aus reinem Metall bzw. Legierung oder Gemischen hieraus besteht, so beträgt der Anteil der restlichen Zuschlagstoffe (z.B. keramische Bestandteile) bevorzugt nicht mehr als 40%.

[0012] Die erfindungsgemäßen Funktionselemente werden wie herkömmliche Permanentkerne in der Formkavität positioniert und anschließend vergossen. Als Gießverfahren kommen alle Verfahren in Betracht, die

eine hinreichend schnelle Temperaturabfuhr ermöglichen. Hier ist insbesondere der Warmkammer- und Kaltkammerdruckguss, einschließlich des Squeeze Casting und Thixocasting zu nennen. Ebenso kommen die Schwerkraft-, Niederdruck- und Kipp- oder Schwenk-Kokillengießverfahren für den Einsatz in Betracht, da durch die metallische Form eine gute Temperierung gewährleistet ist. Für den Einsatz in konventionellen Sandgussverfahren, wie dem Hand- oder Maschinengeformten Schwerkraft- und Niederdrucksandgussverfahren, wie dem Kernpaketverfahren, dem Vollformgießverfahren und dem Lost Foam-Verfahren muss die thermische Kapselung entsprechend der geringeren Wärmeabfuhr über den Formstoff erhöht werden oder eine ausreichende Wärmeabfuhr durch Kühlelemente gewährleistet sein.

[0013] In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird das erfindungsgemäße Verfahren so durchgeführt, dass die Positionierung des Funktionselements in der Gussform so gewählt wird, dass sich während des Vergießens der Metallschmelze das Funktionselement nicht in der Hauptströmung der Metallschmelze befindet. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn das Bauteil eine komplizierte Geometrie aufweist und/oder neben einem Hauptströmungsbereich weitere Strömungsbereiche mit niedrigerer Strömungsgeschwindigkeit der Metallschmelze vorliegen. Besonders bevorzugt wird das Funktionselement dann in dem Bauteilbereich positioniert, in dem die niedrigste Strömungsgeschwindigkeit vorliegt bzw. zu erwarten ist. Ist eine Positionierung in diesem Bereich aufgrund negativer Auswirkungen auf die mechanischen Eigenschaften des Bauteils nicht sinnvoll, so wird der Bauteilbereich gewählt in dem bei gleichbleibenden mechanischen Eigenschaften des Bauteils die niedrigste Strömungsgeschwindigkeit vorliegt bzw. zu erwarten ist.

[0014] Um eine einfache Positionierung zu ermöglichen, wird vorteilhafterweise der Anschnittsquerschnitt gegenüber herkömmlichen Druckgussverfahren vergrößert; hierdurch kann die Strömungsgeschwindigkeit reduziert werden.

[0015] Der Erstarrungsprozess der Schmelze, wird - bevorzugt unter Druck - in so kurzer Zeit durchgeführt, dass die Funktionselemente in ihrer Funktion durch die eingebrachte Energie nicht beeinträchtigt werden. Die Oberfläche des Funktionselements bzw. die an die Schutzschicht anschließende Oberfläche des Funktionselements weist daher während des Gussverfahrens und des Erstarrungsprozesses bevorzugt maximal eine Temperatur auf, die unter der Temperatur liegt, ab der die Funktionsfähigkeit des temperaturempfindlichen Elements beeinträchtigt wird. Insbesondere sollte die Oberflächentemperatur im Allgemeinen 250-300°C nicht überschreiten. Funktionselemente mit piezoelektrischen Komponenten können kurzzeitig auch höhere Temperaturen, die oberhalb der Curie-Temperatur des entsprechenden piezoelektrischen Materials liegen, ausgesetzt werden. Dabei gehen die piezoelektrischen Eigenschaften

des Materials zunächst verloren, können jedoch über das Anlegen einer Hochspannung wieder hergestellt werden. Bevorzugt wird das Gussverfahren daher so durchgeführt, dass die piezoelektrischen Eigenschaften nicht verloren gehen. Besonders bevorzugt werden piezoelektrische Elemente auf Basis von Terfenol verwendet.

[0016] Besonders bevorzugt wird das erfindungsgemäße Verfahren so durchgeführt, dass - abhängig von der Bauteilgeometrie und dem Bauteilvolumen - sehr kurzen Formfüllzeiten eine sehr schnelle Erstarrung der Schmelze erreicht wird. Im Bereich der Funktionselemente dauert das Gussverfahren (d.h. die Formfüllzeit und Erstarrungszeit) bevorzugt weniger als 10s.

[0017] Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders geeignet, Bauteile aus Aluminiumguss, Magnesiumguss, Zinkguss und bei geeigneter Temperaturführung und -beständigkeit auch aus Eisen- sowie Stahlguss herzustellen. Ist eine Schutzschicht für die einzugießenden Funktionselemente vorgesehen, so wird das erfindungsgemäße Verfahren bevorzugt so durchgeführt, dass das Funktionselement teilweise oder vollständig homogen umhüllt wird. Durch die Positionierung in der Gussform wird die Lage der Elemente vorgegeben und somit die Position der Sensordaten und die spätere Lage des Bauteils im Raum.

[0018] Im Folgenden wird - ohne Einschränkung der Allgemeinheit - das erfindungsgemäße Verfahren zu Herstellung von Gussbauteilen und die dabei erhaltenen Bauteile noch näher anhand von Abbildungen und einem Beispiel erläutert:

[0019] Es zeigen:

Figur 1: Musterbauteil (1) ohne eingegossene Funktionselemente

Figur 2: Musterbauteil (1) mit RFID (2) und dielektrischem Spalt (3)

Figur 2a: Detailansicht von Figur 2

Figur 3: Musterbauteil mit Piezokeramik (4) und Leitung nach Außen (5)

Figur 3a: Detailansicht von Figur 3

Figur 4: Musterbauteil mit Piezokeramik (4), Elektronik (6) und RFID (2)

Figur 5: Bauteil mit eingegossenem Piezoelement

Figur 5a: Detailansicht von Figur 5

Beispiel:

[0020] Durchgeführt wurde das erfindungsgemäße Gussverfahren zur Herstellung eines Bauteils gemäß Figur 1 bis 5 auf einer Kaltkammer-Druckgießmaschine vom Typ Bühler SC/N 66. Als Gießwerkstoff kam AlSi9Cu3 zum Einsatz.

[0021] Es wurden RFIDs und Piezokeramiken mit einem der Form angepassten Halter in der Kavität der Druckgussform positioniert. Der Einsatz wurde so gewählt, dass er nicht durch das schnell anströmende Metall verrückt oder zerstört wird.

[0022] Die Bereiche im Bauteil, die für die Aufnahme eines Einlegeteils geeignet sind, sind individuell in Abhängigkeit der Bauteilgeometrie sowie der Anschnitte zu wählen. Ist eine bestimmte Position vorgegeben, müssen ggf. konstruktive Änderungen an Anschnitt bzw Bauteilgeometrie vorgenommen werden. Im vorliegenden Fall wurden die RFIDs und Piezokeramiken an den Positionen, die den Figuren 2 bis 4 zu entnehmen sind, vergossen.

[0023] Nach der Positionierung der Funktionselemente wurde die Form geschlossen und der Schuss ausgelöst. Die Formfüllung erfolgte innerhalb von 25 ms. Das Gusstück wurde sofort nach der Entnahme aus der Form mit Luft oder Wasser abgekühlt; die Funktionselemente waren voll funktionstüchtig und konnten bestimmungsgemäß verwendet werden.

Patentansprüche

1. Mittels eines Gussverfahrens herstellbares Bauteil aus Metall, das ein oder mehrere eingegossene Funktionselemente enthält, wobei die Funktionselemente temperaturempfindlich sind und/oder adaptronische Sensoren und/oder adaptronische Aktoren sind.
2. Bauteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Funktionselement und dem vergossenen Metall zumindest teilweise eine Schutzschicht oder die Reste einer Schutzschicht vorhanden sind.
3. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil mittels eines Druckgussverfahrens erhältlich ist.
4. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Funktionselement ein Sensor und/oder ein Aktor und/oder ein RFID ist.
5. Bauteil nach Anspruch 4 **dadurch gekennzeichnet, dass** das Funktionselement Materialermüdung und/oder Missbrauch detektiert und/oder eine Identifizierungsfunktion erfüllt.
6. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Funktionselement nicht an einer Position innerhalb des Bauteils befindet, die während des Gussverfahrens zur Herstellung des Bauteils von der Hauptströmung der zu vergießenden Metallschmelze umströmt wird.
7. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

ein gegebenenfalls mit einer Schutzschicht zumindest teilweise umhülltes Funktionselement in der Kavität einer Gussform positioniert wird und anschließend mittels eines Gussverfahrens mit einem Metall umgossen wird, wobei die Positionierung in der Gussform so gewählt wird, dass die Strömungsgeschwindigkeit im Bereich des Funktionselements niedrig ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Funktionselement nicht so innerhalb des Bauteils positioniert wird, dass sich während des Vergießens der Metallschmelze das Funktionselement in der Hauptströmung der Metallschmelze befindet.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Erstarrungsprozess der Schmelze in so kurzer Zeit erfolgt, dass die Funktionselemente in ihrer Funktion durch die während des Gussverfahrens eingebrachte thermische Energie nicht beeinträchtigt werden.
10. Verwendung eines Bauteils nach den Ansprüchen 1 bis 6, insbesondere nach Anspruch 5, in Kraftfahrzeugen oder in der Luftfahrt, insbesondere in Motorblöcken oder Fahrwerken.

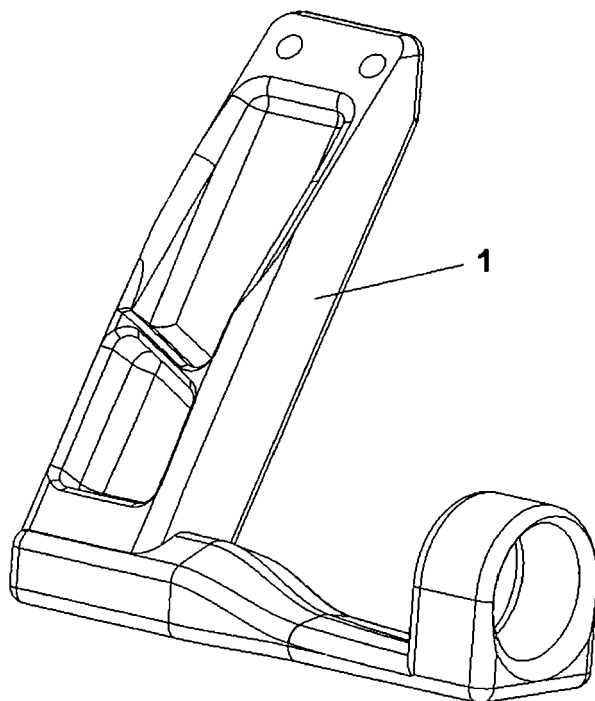


Fig. 1

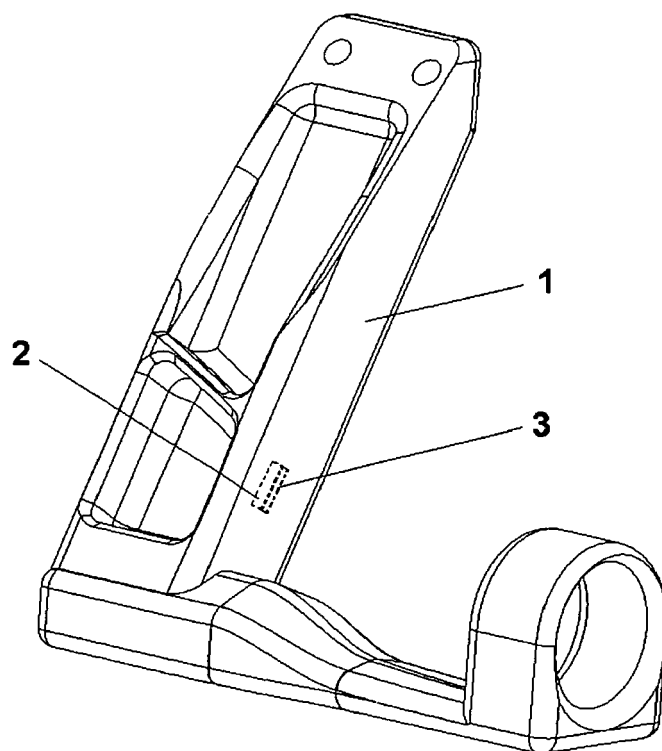


Fig. 2

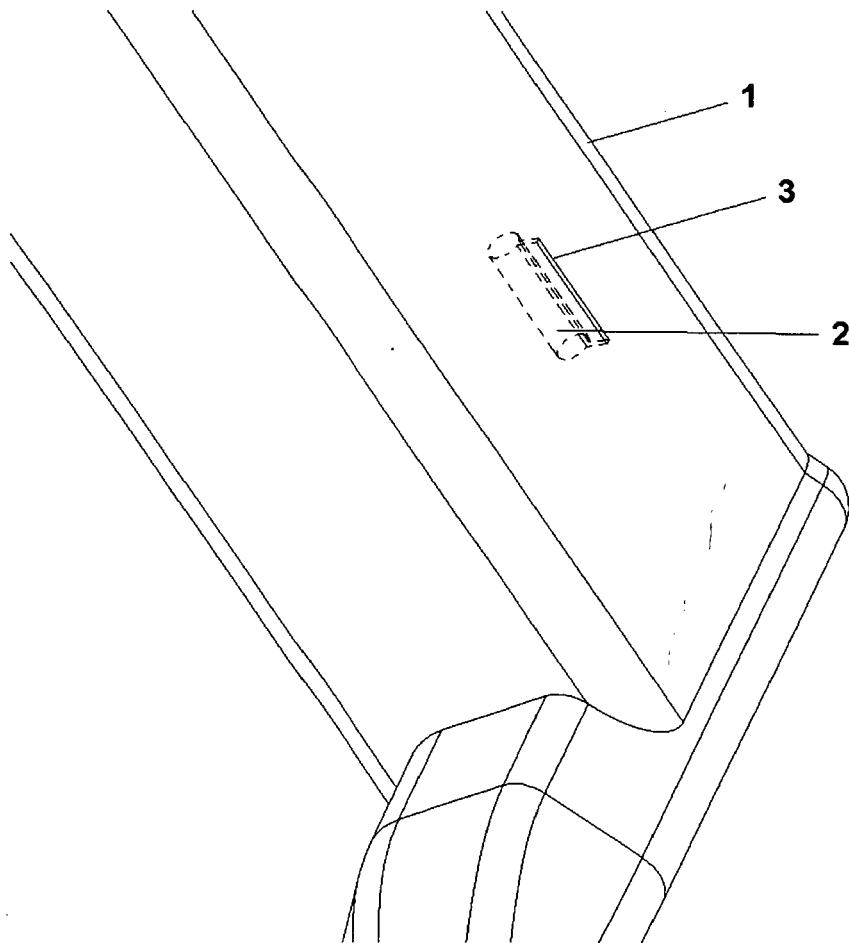


Fig. 2a

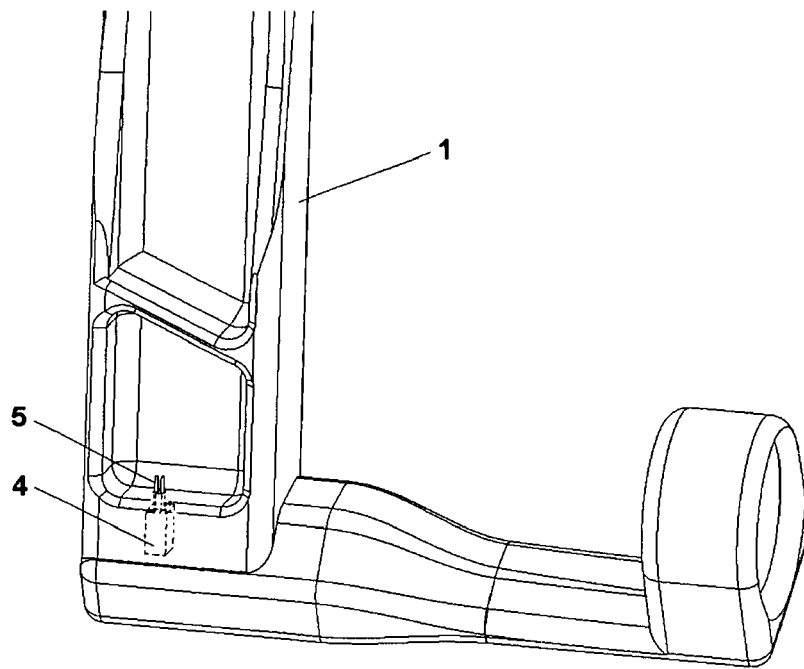


Fig. 3

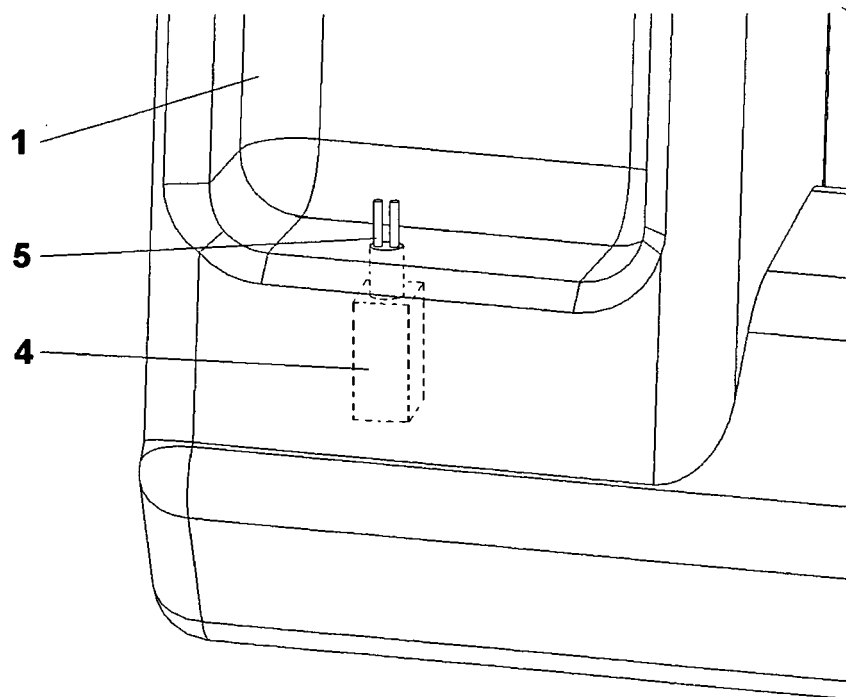


Fig. 3a

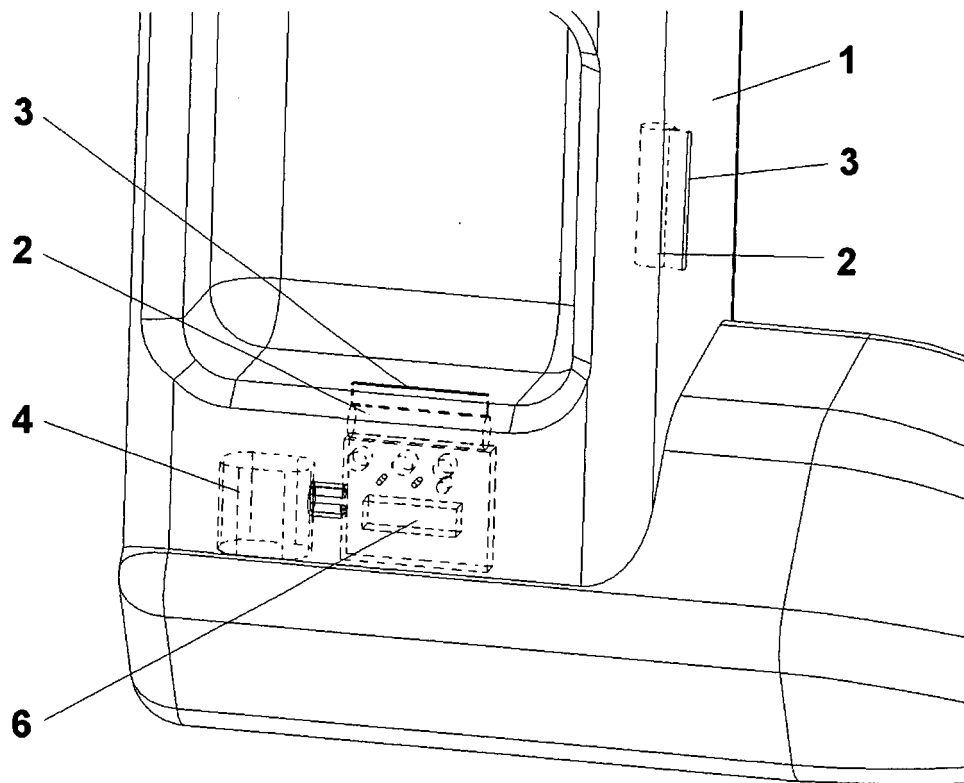


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 02 2013

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 199 37 934 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG; ATZ-EVUS APPLIKATIONS- UND TECHNIKZENTRUM) 15. Februar 2001 (2001-02-15) * das ganze Dokument *	1-3,6-10	B22D19/00
X	DE 101 53 306 A1 (DAIMLERCHRYSLER AG) 15. Mai 2003 (2003-05-15) * das ganze Dokument *	1-3,6-10	
X	DE 198 14 018 A1 (ROOSEN, ANDREAS; SCHWARZER, SVEN) 30. September 1999 (1999-09-30) * Seite 4; Anspruch 1 *	1,2,4	
A	US 5 439 627 A (DE JAGER ET AL) 8. August 1995 (1995-08-08) * Spalte 10, Zeilen 14-24 *		
A	WO 02/075824 A (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.) 26. September 2002 (2002-09-26) * das ganze Dokument *		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B22D
A	DATABASE WPI Section Ch, Week 200445 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class A32, AN 2004-469195 XP002358008 -& CN 1 488 775 A (ZHOU Z) 14. April 2004 (2004-04-14) * Zusammenfassung *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 8. Dezember 2005	Prüfer Baumgartner, R
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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 05 02 2013

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

08-12-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19937934 A1	15-02-2001	AT 307694 T	15-11-2005
		CZ 20011285 A3	13-02-2002
		DE 50011441 D1	01-12-2005
		WO 0112362 A1	22-02-2001
		EP 1124660 A1	22-08-2001
		HU 0104219 A2	28-03-2002
		US 2002033161 A1	21-03-2002
DE 10153306 A1	15-05-2003	KEINE	
DE 19814018 A1	30-09-1999	KEINE	
US 5439627 A	08-08-1995	AT 115464 T	15-12-1994
		AU 8101491 A	23-01-1992
		CA 2086328 A1	30-12-1991
		CN 1058618 A	12-02-1992
		DE 69105976 D1	26-01-1995
		DE 69105976 T2	20-07-1995
		DK 536264 T3	29-05-1995
		EP 0536264 A1	14-04-1993
		ES 2068595 T3	16-04-1995
		GR 3015379 T3	30-06-1995
		IL 98610 A	28-11-1994
		JP 5508885 T	09-12-1993
		WO 9200182 A1	09-01-1992
		RU 2094229 C1	27-10-1997
WO 02075824 A	26-09-2002	DE 10291136 D2	15-04-2004
CN 1488775 A	14-04-2004	KEINE	

EPO FORM P0461

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