



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 020 329 A1** 2007.10.31

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 020 329.1**

(22) Anmeldetag: **28.04.2006**

(43) Offenlegungstag: **31.10.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 41/22** (2006.01)

H01L 41/053 (2006.01)

H01L 23/28 (2006.01)

H02N 2/04 (2006.01)

F02M 51/06 (2006.01)

(71) Anmelder:

DaimlerChrysler AG, 70327 Stuttgart, DE

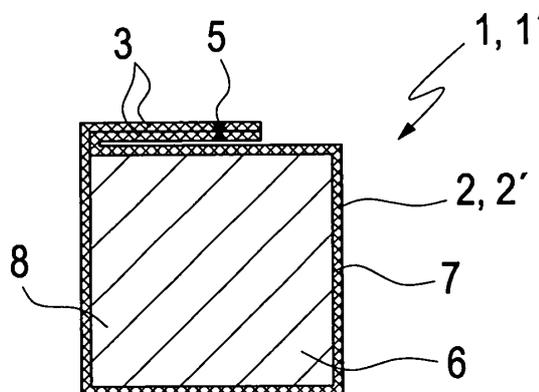
(72) Erfinder:

Brandner, Michael, Dr., 72760 Reutlingen, DE;
Capellmann, Rainer, Dr.-Ing., 52146 Würselen, DE;
Elsner, Christian, Dipl.-Ing., 70734 Fellbach, DE;
Espig, Stefan, 70186 Stuttgart, DE; Gris, Christian,
Saint Claude de Diray, FR; Güttler, Jürgen,
Dr.rer.nat., 72644 Oberboihingen, DE; Kiefer,
Joachim, 66679 Losheim, DE; Marbach, Michael,
70619 Stuttgart, DE; Mehlfeldt, Dirk, Dipl.-Ing.,
73732 Esslingen, DE; Müller, Gerd, 70794
Filderstadt, DE; Renner, Gregor, Dr.-Ing., 70619
Stuttgart, DE; Stark, Holger, Dipl.-Ing. (FH), 71573
Allmersbach, DE; Vendulet, Joachim, 67700
Niederkirchen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Ummantelung eines elektronischen Bauteils, insbesondere eines Aktormoduls**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ummantelung eines elektrischen oder elektronischen Bauteils (1), insbesondere eines Aktormoduls (1'), mit einer Schutzfolie (2). Dabei wird die Schutzfolie (2) um eine Mantelfläche (7) des Bauteils (1) gelegt und randseitig in einer solchen Weise gefügt, dass die Schutzfolie (2) einen geschlossenen Hohlraum (6) um das Bauteil (1) herum bildet. Während des Fügens liegen die zu fügenden Randbereiche (3) mit ihren Innenseiten (4) aufeinander. Anschließend werden die gefügten Randbereiche (3) flach auf die Mantelfläche (7) des Bauteils (1) gelegt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ummantelung eines elektrischen oder elektronischen Bauteils, insbesondere eines Aktormoduls, mit einer Schutzfolie.

[0002] An Verbrennungsmotoren werden stetig steigende Emissionsanforderungen gestellt. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, werden in modernen Dieselmotoren die Kraftstoffeinspritzventile zunehmend mit Piezo-Aktoren ausgestattet. Aufgrund der sehr kurzen Reaktionszeiten der Piezo-Aktoren lassen sich die Einspritzvorgänge hochgenau kontrollieren und dosieren. Insbesondere sind bei Verwendung von Piezo-Aktoren mehrere Düsennadelhübe (Einspritzvorgänge) pro Motorumdrehung möglich. Problematisch ist, dass der Piezo-Aktor vielfach im direkten Medien- bzw. Kraftstoffkontakt steht. Um ein Eindringen von Öl oder Kraftstoff in das Aktormodul zu verhindern, muss dieser daher mit einer Schutz- bzw. Abdichtungsanordnung versehen sein.

[0003] Eine solche Anordnung zur Abdichtung eines Piezo-Aktors für ein Kraftstoffeinspritzventil ist beispielsweise aus der (deutschen Patentanmeldung 10 2006 012 845.1) bekannt. Hier ist der Aktor mit einer schlauchförmigen, kraftstoffdichten bzw. kraftstoffabweisenden Ummantelung versehen, die mit Hilfe von Ringelementen am Aktorfuß und dem Aktorkopf befestigt ist. Die Ringelemente pressen eine umlaufende, geschlossene Ringfläche der Ummantelung gegen den Aktorfuß bzw. den Aktorkopf, wodurch das im Aktor enthaltene Piezoelement sicher gegen den Kraftstoff abgedichtet wird. Die Ummantelung ist vorzugsweise als Schrumpfschlauch ausgeführt, dessen Umfang durch Wärmeeinwirkung reduziert werden kann und der sich dann gleichmäßig um den Aktor, insbesondere den Aktorfuß und Aktorkopf anlegen kann, ohne dass sich Anhäufungen der Ummantelung und/oder Hohlräume zwischen der Ummantelung und dem Aktor bilden.

[0004] Nachteilig an der in der (deutschen Patentanmeldung 10 2006 012 845.1) beschriebenen Ummantelung ist, dass Schrumpfschläuche aus Kunststoff vielfach nicht diffusionsdicht sind, so dass es schwierig ist, auf diese Weise eine diffusionsdichte Ummantelung des Aktors zu realisieren.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren vorzuschlagen, mit dessen Hilfe ein beliebig geformtes elektronisches Bauteil, insbesondere ein Aktormodul, mit einer diffusionsdichten Ummantelung versehen werden kann, die das Bauteil vor dem Eindringen von Medien, beispielsweise Kraftstoff, schützt sowie eine Diffusionssperre gegen Feuchtigkeit bzw. Ionen darstellt.

[0006] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch

die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0007] Danach wird um das Bauteil, insbesondere das piezoelektrische Aktormodul, eine Schutzfolie gelegt. Diese Schutzfolie ist eine (vorzugsweise dünne) Metallfolie bzw. metallisierte Kunststoffolie. Metallische bzw. metallisierte Folien haben gegenüber reinen Kunststoffolien den Vorteil, dass eine diffusionsdichte Ummantelung realisierbar ist. Ein weiterer Vorteil ist, dass metallische Schichten in einer solchen Weise elektrisch verschaltet werden können (insbesondere durch Erdung der Ummantelung), dass es unmöglich für Ionen ist, die Ummantelung zu durchdringen.

[0008] Der Vorteil von dünnen Metallfolien liegt darin, dass sie sich der Oberfläche des Aktormoduls anschmiegen und daher die Kontur des Aktormoduls sehr genau abbilden können. Der hohe Umgebungsdruck wird dadurch direkt auf das Piezomodul abgeleitet, die Metallfolie wird nicht zerstört. Dies setzt allerdings voraus, dass sich kein Lufteinschluss zwischen einer Mantelfläche des Aktormoduls und der Metallfolie bildet. Vorteilhafterweise wird daher die Mantelfläche des Aktormoduls möglichst glatt (ohne Einbuchtungen, keine offene Netzstruktur der Außenelektroden etc.) gestaltet. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Auflagebereich der Folie auf dem Aktormodul in einer solchen Weise gestaltet ist, dass die Schutzfolie nicht geknickt oder gefaltet werden muss; dies ist dann gegeben wenn das Aktormodul einen gleichmäßigen Querschnitt ohne scharfe Kanten aufweist. Falls Änderungen des Querschnitts erforderlich sind, sollten diese möglichst stetig erfolgen. Durch diese Maßnahmen wird verhindert, dass die Metallfolie während des Ummantelungsvorgangs lokal überdehnt wird.

[0009] Zum Fügen der Schutzfolie werden vorteilhafterweise Laser- oder Elektronenstrahlen verwendet. Neben Schweißverfahren, die mit oder ohne Schweißzusatzstoff ausgeführt werden können, können auch (Laser-)Lötverfahren eingesetzt werden.

[0010] Ein besonderer Vorteil der Erfindung liegt in der Anordnung der Schutzfolie während des Schweißvorgangs: Die Schutzfolie liegt nämlich während des Fügevorgangs nicht flächig (überlappend oder auf Stoß) auf dem Aktormodul auf, sondern ist in einer solchen Weise angeordnet, dass die zu fügenden Randbereiche der Schutzfolie während des Fügevorgangs von beiden Seiten frei zugänglich sind. Das Risiko einer Beschädigung des Aktormoduls während des Fügevorgangs wird auf diese Weise stark reduziert im Vergleich zu einem Fügeverfahren, bei dem der Fügebereich während des Fügevorgangs direkten Kontakt mit dem Aktormodul hat. Weiterhin kann die Schutzfolie und/oder das Aktormodul während des Fügevorgangs durch Hilfsvorrichtungen umfasst werden. So kann eine form- und lagerichtige

Position der Schutzfolie während des Fügevorgangs gewährleistet werden.

[0011] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung werden die Randbereiche der Schutzfolie verklebt; diese Verklebung ist vorzugsweise großflächig. Ein besonderer Vorteil dieser Anordnung ist, dass der Fügebereich sehr einfach verpresst werden kann und dadurch ein Lufteinschluss verhindert werden kann. Bei dieser Konfiguration sind, bedingt durch die langen Diffusionswege durch die Klebschicht, die Nachteile einer Ummantelung auf Polymerbasis weitgehend eliminiert. Als Schutzfolien können insbesondere diffusionsdicht beschichtete Kunststofffolien (z.B. metallbeschichtete Kunststofffolien) verarbeitet werden. Um noch längere Diffusionswege zu realisieren, kann der Fügebereich deutlich vergrößert werden. Die überstehende Folie kann nach dem Fügeprozess entweder meander- oder spiralförmig auf der Seitenwand des Aktormoduls abgelegt werden.

[0012] Die Randabdichtung am Kopf bzw. am Fuß des Aktormoduls kann durch eine umlaufende Verklebung der Folie mit dem Aktormodul erfolgen. Alternativ dazu kann der Folienverbund umlaufend mit dem Kopf- bzw. Endstück des Aktormoduls verlötet oder verschweißt werden. Besonders vorteilhaft ist es, wenn dieser Fertigungsschritt im Vakuum ausgeführt wird; auf diese Weise kann der Einschluss von Luft verhindert werden.

[0013] Die Ummantelung mit Hilfe einer (metallischen oder metallbeschichteten) Schutzfolie ist kostengünstig und einfach herstellbar. Die Ummantelung schützt das Aktormodul wirksam gegen eindringende Medien; weiter ist die Ummantelung auch bei zyklischer Belastung gegen den hydrostatischen Druck unempfindlich. Sie dichtet – insbesondere im Fügebereich – das Aktormodul einfach und dauerhaft gegen Umgebungsmedien ab und besitzt ein ausreichend hohes Dehnvermögen. Die Ummantelung schützt das Aktormodul somit wirksam vor Flüssigkeit bzw. Ionen, die im Kraftstoff enthalten sein können.

[0014] Im Folgenden wird die Erfindung anhand zweier konkreter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Dabei zeigen:

[0015] [Fig. 1](#) eine Schnittdarstellung durch ein mit einer Ummantelung versehenes elektronisches Bauteil;

[0016] [Fig. 2](#) eine Darstellung des Bauteils der [Fig. 1](#) während des Fügens der Ummantelung mittels Laserschweißen;

[0017] [Fig. 3](#) eine alternative Ausgestaltung der Ummantelung.

[0018] [Fig. 1](#) zeigt in einer Schnittdarstellung ein

elektronisches Bauteil **1**, hier ein Aktormodul (Piezo-Aktor) **1'** zur Betätigung des Einspritzventils eines Kraftstoffinjektors in einem Verbrennungsmotor. Der prinzipielle Aufbau eines solchen Kraftstoffinjektors ist beispielsweise in der (deutschen Patentanmeldung 10 2006 012 845.1) erläutert, deren Offenbarungsgehalt hiermit in die vorliegenden Patentanmeldung übernommen wird. Das Aktormodul **1'** umfasst ein Piezoelement **8**, das von einer elektrisch isolierenden Mantelfläche **7** umgeben sein kann. Zum Schutz des Piezoelements **8** gegen ein Eindringen von Medien (wie z.B. Kraftstoff) sowie als Diffusionsperre gegen Wasser bzw. Ionen im Kraftstoff ist das Aktormodul **1'** mit einer Schutzfolie **2** versehen.

[0019] Zur Ummantelung des Aktormoduls **1'** mit der Schutzfolie **2** wird diese zunächst um das Aktormodul **1'** herum geschlungen. Die Randbereiche **3** der Schutzfolie **2** werden dann in einer solchen Weise aufeinander gelegt, dass die Innenseiten **4** der Schutzfolie **2** aufeinander zu liegen kommen (siehe [Fig. 2](#)). In dieser Lage werden die benachbarten Randbereiche **3** miteinander verbunden. Dies erfolgt beispielsweise mit Hilfe des Laser- oder Elektronenstrahlschweißens; dabei entsteht eine Schweißnaht **5**, durch die die Folienrandbereiche **3** dicht miteinander verbunden sind. Anschließend werden die vom Aktormodul **1'** abstehenden Randbereiche **3** – wie in [Fig. 1](#) gezeigt – flächig auf der Mantelfläche **7** des Piezoelements **8** abgelegt. Dabei können die Randbereiche **3** beispielsweise spiralförmig um das Aktormodul **1'** herum geschlungen werden oder aber mäanderförmig auf einer Seite des Aktormoduls **1'** abgelegt werden.

[0020] Anschließend werden die (in den Figuren nicht dargestellten) kopf- und fußseitigen Enden der Schutzfolie **2** mit den kopf- und fußseitigen Endstücken des Aktormoduls **1'** verlötet, verschweißt oder verklebt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Folie **2** einen dichten und geschlossenen Hohlraum **6** um das Piezoelement **8** herum bildet. Das Verbinden der Enden der Schutzfolie **2** mit den Endstücken des Aktormoduls **1'** erfolgt vorzugsweise im Vakuum, damit Lufteinschlüsse zwischen der Innenseite **4** der Schutzfolie **2** und der Mantelfläche **7** des Piezoelements **8** vermieden werden.

[0021] Alternativ zu dem in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigten Laser- oder Elektronenstrahlschweißen der Folienrandbereiche **3** können diese Randbereiche **3** durch eine großflächige Klebeverbindung **6** miteinander gefügt werden (siehe [Fig. 3](#)); dabei entsteht ein flächenhafter Fügebereich **9**. Nach Abschluss des Fügeverfahrens werden die Randbereiche **3** flächig umgeschlagen, so dass sie in der in [Fig. 1](#) gezeigten Weise flach auf der Mantelfläche **7** des Piezoelements **8** zu liegen kommen. Auch hier können die Randbereiche spiralförmig oder mäanderförmig auf dem Aktormodul **1'** abgelegt werden. Anschließend wer-

den die Enden der Schutzfolie **2** – wie oben beschrieben – mit den Endstücken des Aktormoduls **1'** verlötet, verschweißt oder verklebt.

[0022] In den Ausführungsbeispielen der [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) besteht die Schutzfolie **2** aus einer Metallfolie **2'**, vorzugsweise aus Al, Fe, Cu, Au, Ag, Pt, Sn, Pb, Ni oder Pd oder aus einer Legierung auf Basis eines dieser Elemente. Alternativ kann als Schutzfolie auch eine metallisierte Kunststoffolie vorgesehen sein, die mit einer diffusionsdichten Beschichtung versehen ist. Weiterhin können Schichten bzw. Schichtsysteme eingesetzt werden, in die Ionengetter implantiert sind. Außerdem können als Schutzfolien **2** mehrschichtige Folienverbunde zum Einsatz kommen, die walzplattiert oder mit einer galvanisch abgeschiedenen Metallschicht versehen oder mittels Physical Vapour Deposition (PVD) oder Chemical Vapour Deposition (CVD) beschichtet bzw. erzeugt wurden.

[0023] Die in [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) schematisch dargestellten Anordnungen sind nur einige konkrete Ausführungsbeispiele einer Vielzahl von möglichen Anordnungsvarianten der Schutzfolie **2** während des Fügevorgangs bzw. nach dem Umschlagen der Randbereiche **3**. Insbesondere können die Randbereiche **3** auch einen größeren Bereich der Umfangsfläche des Aktormoduls **1'** bedecken.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ummantelung eines elektrischen oder elektronischen Bauteils (**1**), insbesondere eines Aktormoduls (**1'**), mit einer Schutzfolie (**2**), **dadurch gekennzeichnet**, dass

- die Schutzfolie (**2**) um das Bauteil (**1**) gelegt und randseitig in einer solchen Weise gefügt wird, dass die Schutzfolie (**2**) einen geschlossenen Hohlraum (**6**) um das Bauteil (**1**) herum bildet,
- wobei während des Fügens die zu fügenden Randbereiche (**3**) mit ihren Innenseiten (**4**) aufeinander liegen,
- und wobei die gefügten Randbereiche (**3**) danach flach auf der das Bauteil (**1**) umgebenden Schutzfolie (**2**) abgelegt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die Randbereiche (**3**) der Schutzfolie (**2**) mit Hilfe des Laser- oder Elektronenstrahlschweißens gefügt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die Randbereiche (**3**) der Schutzfolie (**2**) mit Hilfe eines Klebverfahrens gefügt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die Randbereiche (**3**) der Schutzfolie (**2**) mit Hilfe eines Lötverfahrens gefügt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4

dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzfolie (**2**) eine Metallfolie (**2'**) ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzfolie (**2**) eine metallisierte Polymerfolie ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6 dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzfolie (**2**) nach dem randseitigen Fügen geschrumpft wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

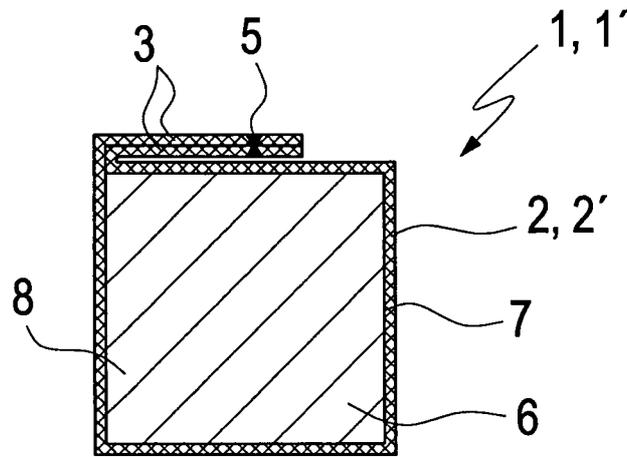


Fig. 1

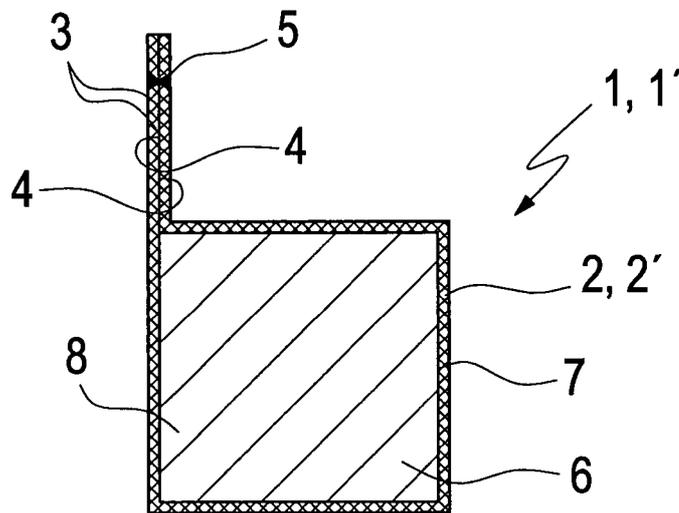


Fig. 2

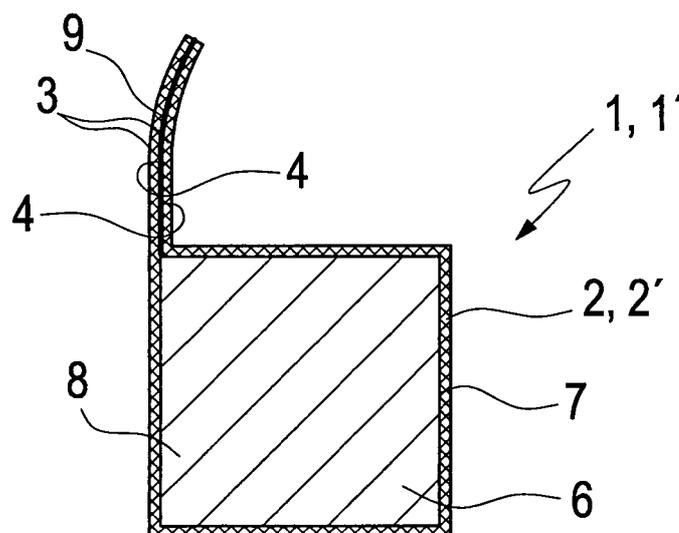


Fig. 3