

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.09.2017 Patentblatt 2017/37

(51) Int Cl.:
F42B 3/103 (2006.01) **F42B 3/11** (2006.01)
F42B 3/12 (2006.01) **F42B 3/198** (2006.01)
F42B 3/195 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 17000328.9

(22) Anmeldetag: **02.03.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
 GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
 PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder:

- **Clement, Dominik**
DE - 90552 Röthenbach (DE)
- **Stelte, Norbert**
DE - 88662 Überlingen (DE)
- **Hahma, Arno**
DE - 91239 Henfenfeld (DE)

(74) Vertreter: **Diehl Patentabteilung**
c/o Diehl Stiftung & Co. KG
Stephanstrasse 49
90478 Nürnberg (DE)

(30) Priorität: 08.03.2016 DE 102016002753

(71) Anmelder: Diehl Defence GmbH & Co. KG
88662 ÜBERLINGEN (DE)

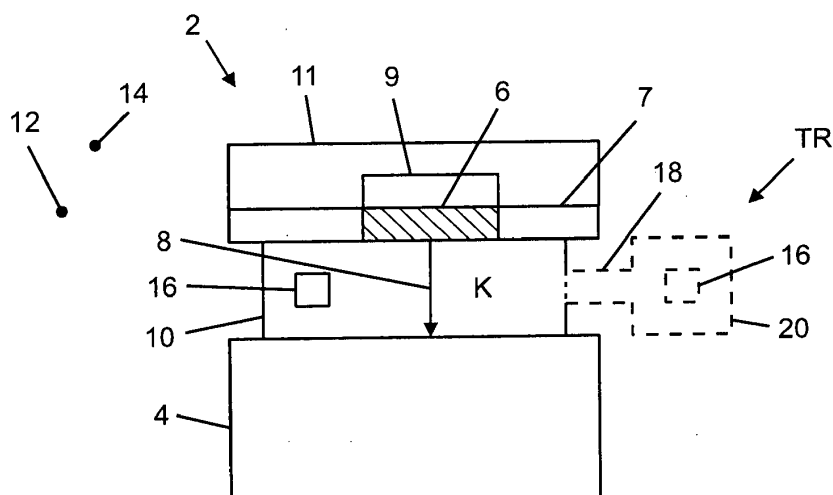
(54) **EFI-ZÜNDMODUL UND HERSTELLUNGSVERFAHREN**

(57) Bei einem EFI-Zündmodul (2) mit einem Reaktionselement (4), und mit einem Flugelement (6), das entlang einer Flugstrecke (8) zum Reaktionselement (4) hin bewegbar ist, um dieses bei gegenseitigem Kontakt auszulösen, und mit einer die Flugstrecke (8) enthaltenden Flugkammer (10), ist die Flugkammer (10) gegenüber ihrer Umgebung (12) ab einem Fertigungszeitpunkt (tF) hermetisch abgeschlossen und enthält die Flugkammer (10) ab einem Klimazeitpunkt (tK) ein vorgebbares Klima

(K), wobei der Klimazeitpunkt (t_K) mit dem Fertigungszeitpunkt (t_F) zusammenfällt oder nach dem Fertigungszeitpunkt (t_F) liegt.

Bei einem Verfahren zur Herstellung eines EFI-Zündmoduls (2) wird die Flugkammer (10) gegenüber ihrer Umgebung (12) an einem Fertigungszeitpunkt (t_F) hermetisch abgeschlossen und in der Flugkammer (10) ab einem Klimazeitpunkt (t_K) ein vorgebbares Klima (K) erzeugt.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein EFI-Zündmodul (Exploding Foil Initiator) und ein Verfahren zur Herstellung eines EFI-Zündmoduls.

[0002] EFI Zündmodule sind dem Fachmann allgemein bzw. prinzipiell bekannt: Ein EFI-Zündmodul enthält ein Flugelement, das entlang einer Flugstrecke zu einem Reaktionselement hin bewegbar ist, um bei gegenseitigem Kontakt das Reaktionselement auszulösen. Die Flugstrecke ist in einer Flugkammer enthalten.

[0003] Das EFI-Zündmodul dient der direkten Initiierung des Reaktionselements, insbesondere eines Explosivstoffs. Dabei wird bei schlagartiger Anlegung einer Spannung an eine elektrische Brücke der Brückenleiter verdampft und das Flugelement ("Flyer"), insbesondere eine anliegende Folie, in einer Flugkammer, insbesondere einem Gehäuse, auf das Reaktionselement zu beschleunigt. Der Aufschlag des Flugelements auf das Reaktionselement bewirkt dessen Auslösung, insbesondere dessen explosive Zündung. Das Flugelement wird innerhalb der Flugkammer, insbesondere eines zylinderförmigen Hohlraums, beschleunigt.

[0004] Ein derartiges EFI-Zündmodul ist beispielsweise aus der DE 10 2014 010 179 B3 bekannt. Das Flugelement ist ein Flyer, der aus einer Folie herausgesprengt und dadurch in Richtung zum Reaktionselement hin beschleunigt wird. Hierbei legt er die Flugstrecke zurück. Die Flugkammer wird (in Flugrichtung gesehen) rückseitig von einer Zünderplatine, vorderseitig vom Reaktionselement und in Umfangsrichtung von der Wand einer Bohrung in einem Barrel begrenzt.

[0005] Aus der Praxis sind EFIs bekannt, die mit einer Spannung von ca. 2,3 kV gezündet werden.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes EFI-Zündmodul anzugeben.

[0007] Die Aufgabe wird gelöst durch ein EFI-Zündmodul gemäß Patentanspruch 1. Dieses enthält ein Reaktionselement und ein Flugelement, das entlang einer Flugstrecke zum Reaktionselement hin bewegbar ist, um dieses bei gegenseitigem Kontakt auszulösen. Das EFI-Zündmodul enthält auch eine die Flugstrecke enthaltende Flugkammer. Die Flugkammer ist gegenüber ihrer Umgebung ab einem Fertigungszeitpunkt hermetisch abgeschlossen. Die Flugkammer enthält ab einem Klimazeitpunkt ein vorgebbares Klima. Der Klimazeitpunkt fällt entweder mit dem Fertigungszeitpunkt zusammen oder liegt nach dem Fertigungszeitpunkt.

[0008] Bevorzugte oder vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sowie anderer Erfindungskategorien ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung, sowie den beigegeführten Figuren.

[0009] Der Ausdruck "ab dem Fertigungszeitpunkt/Klimazeitpunkt" bedeutet, dass die entsprechenden Aussagen zumindest für eine spezifizierte Zeitdauer gelten sollen, z. B. für eine angebbare Haltbarkeitsdauer bzw. eine spezifizierte Lebensdauer des EFI-Zündmoduls.

Insbesondere sind derartige Haltbarkeits- oder Lebensdauern im Bereich von mehreren Jahren oder ein oder mehreren Jahrzehnten gewählt.

[0010] Das EFI-Zündmodul weist insbesondere eine elektrisch aktivierbare Zündbrücke auf, die bei ihrer Aktivierung das Flugelement beschleunigt. Insbesondere enthält das EFI-Zündmodul auch eine Folie, aus der durch Aktivierung der Zündbrücke ein Flyer als Flugelement ausstanzbar ist.

[0011] Das hermetische Abschießen erfolgt insbesondere durch Laserschweißen.

Die Erfindung beruht auf folgenden Erkenntnissen und Überlegungen:

[0012] Die Flugkammer ist bei bekannten EFI-Zündmodulen mit der Umgebungsluft der Fertigungsanlage, in welcher das EFI-Zündmodul hergestellt wurde, gefüllt. Für eine schlagartige Verdampfung des Brückenleiters und damit eine hohe Beschleunigung des Flugelements wird eine hohe Zündspannung von mehreren 1000 V bei geringem Innenwiderstand der Spannungsquelle, insbesondere einem Kondensator, verwendet.

[0013] Die Erfindung beruht daher auf der Idee, die Zündspannung zu verringern, um dadurch Volumen, Gewicht und Kosten für die Spannungsquelle einsparen zu können oder alternative Spannungsquellen, insbesondere Halbleiterschalter, einsetzen zu können. Mit dem durch die reduzierte Spannung ebenfalls reduzierten Energieeintrag ergibt sich zunächst allerdings eine geringere Beschleunigung des Zündelements und damit keine sichere Zündung des Reaktionselements (insbesondere Explosivstoffs) mehr, insbesondere bei Verwendung von insensitivem Sprengstoff als Explosivstoff für das Reaktionselement.

[0014] Die Erfindung beruht weiterhin auf der Idee, den die Beschleunigung des Flugelements hemmenden Lufteinschluss in der Flugkammer zu beseitigen oder zu reduzieren. Der Lufteinschluss wirkt auf die Beschleunigung des Zündelements hemmend durch die träge Masse der eingeschlossenen Luft und den Strömungswiderstand beim Umfließen des Flugelements und den Luftdruckaufbau zwischen Flugelement und Reaktionselement, der bei idealisierter Geometrie planparalleler Platten umgekehrt proportional zur Distanz zwischen Startposition und Endposition des Flugelements ist und damit in der Endphase der Annäherung des Flugelements an das Reaktionselement beliebig groß werden könnte. Die Bewegung des Flugelements müsste damit also zum Stillstand und zur Umkehr kommen. In der Praxis wird dies nicht geschehen, da das Flugelement gekrümmt ist und flexibel auf Strömungskräfte reagiert, auf mikroskopischer Ebene auch keine idealisierte Geometrie vorliegt und viele weitere Einflussgrößen für den Erstkontakt zwischen Flugelement und Reaktionselement eine Rolle spielen. Schließlich wird zunächst nur ein lokaler oder multilokaler Kontakt zwischen Flugelement und Reaktionselement erfolgen und Luft seitlich verdrängt werden,

was durch die hohe Geschwindigkeit der Annäherung des Flugelements an das Reaktionselement jedoch erschwert wird. Der Lufteinschluss wirkt somit in jedem Fall als starkes Hemmnis und reduziert die von dem Flugelement oder Teilen des Flugelements erreichbare Endgeschwindigkeit. Wie stark die Endgeschwindigkeit abgesenkt wird, ist abhängig von der konkreten geometrischen Anordnung, der Einhaltung von Toleranzen sowie der Parameter der verwendeten Materialien. Letztlich erfolgt der Energieeintrag in das Reaktionselement jedoch durch die lokale Druck- und Temperaturerhöhung einer Stoßwelle. Zu deren Generierung trägt nicht nur der Aufschlag des Flugelements selbst, sondern auch die Kompression der eingeschlossenen Luft bei. Ohne die eingeschlossene, dämpfend wirkende Luft erreicht die Stoßwelle aber eine höhere Amplitude und damit ergibt sich eine größere Züandsicherheit.

[0015] Gemäß der Erfindung wird daher ein vorgebbares Klima in der Flugkammer geschaffen. Vorgebbare ist das in der Flugkammer vorhandene Medium sowie dessen Menge bzw. Druck. Hierdurch können vorgebbare Flugeigenschaften für das Flugelement geschaffen werden und so die Ausnutzung der Zündenergie bzw. Beschleunigung des Flugelements verbessert werden. Dies führt zu mehr Energieeintrag in das Reaktionselement bei Auftreffen des Flugelements. Zur immer noch sicheren Zündung kann daher die Beschleunigung bzw. der Energieeintrag in das Flugelement reduziert werden.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das vorgebbare Klima ein von Umgebungsluft verschiedenes Klima. Somit können die Flugeigenschaften des Flugelements gegenüber einer Füllung der Kammer mit Umgebungsluft verbessert werden. Die "Umgebungsluft" ist im Sinne der Erfindung herkömmliche Luft der Erdatmosphäre mit dem jeweiligen Luftdruck am Fertigungsort bzw. der Fertigungsumgebung. Eventuell sind Luftzusammensetzung und Luftdruck je nach Fertigungsort unterschiedlich.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Klima Vakuum. Eine Vakuumierung der Flugkammer beseitigt im üblichen Rahmen (ein Rest von Medium ist in der Regel weiterhin enthalten) jeglichen Medienwiderstand, den ein ansonsten eingeschlossenes Medium dem Flugelement entgegensetzen würde. Insbesondere beim hermetischen Abschießen durch Laserschweißen ist eine Vakuumierung des Bauraums (Flugkammer etc.) vorteilhaft.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Klima eine Befüllung der Flugkammer mit einem leichten Gas, insbesondere Helium. Ein leichtes Gas weist gegenüber eingeschlossener irdischer Luft einen geringeren Strömungswiderstand für das Flugelement auf.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform enthält das EFI-Zündmodul ein das Klima in der Flugkammer erzeugendes und/oder aufrechterhaltendes Klimaelement. Das Klima wird also - z. B. ausgehend von beim hermetischen Abschießen enthaltener Umgebungsluft - durch das klimaerzeugende Element erzeugt oder das

gewünschte Klima - z. B. während der o. g. Lebensdauer des EFI-Zündmoduls - aufrecht erhalten. Das Klimaelement ist insbesondere ein sogenannter "Getter" (siehe unten).

[0020] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Klimaelement in der Flugkammer enthalten. Alternativ oder zusätzlich weist das EFI-Zündmodul eine Klimakammer auf, welche - insbesondere über einen Verbindungskanal - mit der Flugkammer kommuniziert. Das Klimaelement ist dann im Verbindungskanal und/oder der Klimakammer angeordnet. Im Falle von deren Vorhandensein sind auch der Verbindungskanal und/oder die Flugkammer ab dem Fertigungszeitpunkt hermetisch zusammen mit der Flugkammer abgeschlossen, werden also am oder vor dem Fertigungszeitpunkt hermetisch mit verschlossen. Somit steht mehr Raum für das Klima zur Verfügung und das Klimaelement stört den Flug des Flugelements entlang der Flugstrecke in der Flugkammer nicht.

[0021] In einer bevorzugten Variante dieser Ausführungsform ist das Klimaelement ein vakuumierendes Element. Somit steht eine einfache Möglichkeit zur Schaffung oder Aufrechterhaltung eines Vakuums zur Verfügung.

[0022] In einer weiteren bevorzugten Variante dieser Ausführungsform enthält das Klimaelement eine Stickstoff und/oder Sauerstoff und/oder Wasser bindende und/oder adsorbierende Substanz. Die Bindung oder Adsorption dieser Stoffe eignet sich besonders zur Herstellung eines für einen effektiven Flug des Flugelements günstigen Klimas.

[0023] In einer bevorzugten Variante dieser Ausführungsform enthält die Substanz ein Alkali- und/oder Erdalkalimetall, insbesondere Lithium und/oder Barium. Diese Stoffe sind für den genannten Zweck besonders wirksam.

[0024] Die Aufgabe der Erfindung wird auch gelöst durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 11 zur Herstellung eines EFI-Zündmoduls, wobei das EFI-Zündmodul eine Flugkammer enthält, die wiederum eine Flugstrecke enthält. Das EFI-Zündmodul enthält außerdem ein Flugelement, das entlang der Flugstrecke bewegbar ist. Gemäß dem Verfahren wird die Flugkammer gegenüber ihrer Umgebung an einem Fertigungszeitpunkt hermetisch abgeschlossen. Außerdem wird in der Flugkammer ab einem Klimazeitpunkt ein vorgebbares Klima erzeugt. Als Klimazeitpunkt wird ein Zeitpunkt gewählt, der mit dem Fertigungszeitpunkt zusammenfällt oder nach dem Fertigungszeitpunkt liegt.

[0025] Das Verfahren und dessen Ausführungsformen sowie die jeweiligen Vorteile wurden sinngemäß bereits im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen EFI-Zündmodul erläutert.

[0026] In einer bevorzugten Ausführungsform wird daher ein EFI-Zündmodul gemäß der Erfindung, wie es oben erläutert wurde, hergestellt.

[0027] In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Flugkammer, insbesondere zum Fertigungszeitpunkt,

vakuumiert. Dies bedeutet, dass während des hermetischen Verschließens Vakuum in der Flugkammer und gegebenenfalls in dem Verbindungskanal und der Klimakammer herrscht. Die Flugkammer etc. muss dann ohne zusätzliche Maßnahmen nur noch hermetisch verschlossen werden, um das betreffende Klima in der Flugkammer zu konservieren.

[0028] In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Flugkammer - ggf. zusammen mit Klimakammer und/oder Verbindungskanal -, insbesondere das gesamte EFI-Zündmodul, zwischen dem Fertigungszeitpunkt und dem Klimazeitpunkt auf eine Reaktionstemperatur erwärmt, insbesondere auf eine Reaktionstemperatur eines im EFI-Zündmodul enthaltenen Klimaelements. Insbesondere erfolgt die Erwärmung während einer gesamten Dauer vom Fertigungs- bis zum Klimazeitpunkt. So können bestimmte Prozesse im Inneren der hermetisch abgeschlossenen Räume im Zündmodul verbessert bzw. beschleunigt werden.

[0029] In einer bevorzugten Ausführungsform wird ein Klimaelement unter Verwendung einer Schutzatmosphäre in das EFI-Zündmodul eingebracht. Die Einbringung erfolgt insbesondere vor dem oder am Fertigungszeitpunkt. Die Schutzatmosphäre besteht hierbei vor dem oder am Fertigungszeitpunkt. So können z. B. Klimaelemente manipuliert werden, ohne dass diese mit Umgebungsluft in Berührung kommen.

[0030] Ausführungsformen der Erfindung, auch in Kombinationen der oben genannten Ausführungsformen, gegebenenfalls auch bisher nicht erwähnte Ausführungsformen, werden wie folgt zusammengefasst:

Für die dauerhafte Beseitigung (ab dem oben genannten Zeitpunkt für die oben genannte Dauer) des herkömmlichen Lufteinschlusses in der Flugkammer etc. gibt es verschiedene Möglichkeiten: Möglich ist die Vakuumierung des EFI-Zündmoduls bei der Fertigung. Die Aufrechterhaltung eines Vakuums über Jahrzehnte ist jedoch nicht gesichert, da Umgebungsgase auch bei einer Verschweißung des EFI, die kurzfristig luftdicht ist, über große Lagerzeiträume eindiffundieren können. Als Gegenmaßnahme können Sauerstoff, Stickstoff und Wasser bindende oder adsorbierende Substanzen bei der Fertigung mit in das EFI eingebracht werden. Z. B. eignen sich alle Alkali- und Erdalkalimetalle zur Bindung von Sauerstoff und Wasser. Lithium und Barium eignen sich auch zur gleichzeitigen Bindung von Stickstoff. Unter der Bezeichnung "Getter" finden sich in der Fachliteratur zur Vakuumtechnik weitere geeignete Vorschläge. Getter werden eingesetzt, um Gasmoleküle zu binden und so nach der Fertigung einen reduzierten Druck im Bauraum (Flugkammer etc.) zu erzeugen. Wird die eingebrachte Menge dieser Substanzen entsprechend dem nach der Fertigung vorhandenen Lufteinschluss vergrößert, kann auf die Vakuumierung bei der Fertigung verzichtet werden. Je nach Reaktionsgeschwindigkeit der einge-

brachten Substanzen ist dann eine Wartezeit zwischen Fertigung und Erreichen des gewünschten Klimas - insbesondere sollte dies bei der Auslieferung des EFI-Zündmoduls vorliegen - einzuhalten. Eine Temperaturerhöhung des EFI-Zündmoduls, wie bei der Lagerung, kann die Reaktionsgeschwindigkeit vergrößern und damit die Wartezeit verringern.

[0031] Eine weniger effektive Alternative zur Vakuumierung ist die Befüllung des EFI mit einem leichten Gas, z. B. Helium, bei der Fertigung. Die träge Masse und der Strömungswiderstand werden gegenüber Luft verringert und hemmen somit weniger die Beschleunigung des Flugelements. Statt Luft wird also ein leichtes Gas in den Bauraum (Flugkammer etc.) gefüllt, wodurch der abbremsende Effekt auf das Flugelement (Flyer) reduziert wird. Zu beachten ist, dass das Gas ausdiffundieren kann und Luftgase eindiffundieren können, so dass auch in diesem Fall eine Bindung von Luftgasen sinnvoll erscheint. Wenn man auf den Einsatz von Gettern verzichten will, kann die Befüllung mit leichtem Gas gegenüber der Vakuumierung fertigungstechnische Vorteile haben und auch die Standzeit erhöhen, da das leichte Gas das Eindringen von Luftkomponenten behindert. Durch die zeitlich kürzere Einkopplung einer höheren Amplitude besteht eine höhere Initiierungswahrscheinlichkeit. In Kombination mit geringeren Zündspannungen können auch LVEFIs (Low Voltage EFI, Niederspannungs-EFI) zuverlässig initiiert werden.

[0032] Gemäß Erfindung wird der Übertrag der Energie des Flugelements in Form einer Stoßwelle auf das Reaktionselement verbessert. Durch die Erfindung ist es ermöglicht, mit reduzierter Zündspannung zuverlässig zu zünden, gegebenenfalls sogar den enthaltenen Explosivstoff als Reaktionselement gegen einen günstigeren und unempfindlicheren auszutauschen.

[0033] Weitere Merkmale, Wirkungen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung sowie der beigefügten Figuren. Dabei zeigen in einer schematischen Prinzipskizze:

Figur 1 ein erfindungsgemäßes und erfindungsgemäß hergestelltes EFI-Zündmodul;

Figur 2 eine Zeitachse zur Darstellung verschiedener Zeitpunkte im Zusammenhang mit dem EFI-Zündmodul.

[0034] Figur 1 zeigt ein EFI-Zündmodul 2 mit einem Reaktionselement 4, hier einem Explosivstoff, und einem Flugelement 6 (in Figur 1 schraffiert dargestellt), das entlang einer Flugstrecke 8 (in Figur 1 angedeutet durch einen Pfeil) zum Reaktionselement 4 hin bewegbar ist, um diesen bei gegenseitigem Kontakt auszulösen. Das EFI-Zündmodul 2 enthält außerdem eine Flugkammer 10, welche die Flugstrecke 8 enthält. Das Flugelement

6 ist ein "Flyer", der aus einer Folie 7 herausgesprengt und dadurch in Richtung zum Reaktionselement 4 hin beschleunigt wird. Das Heraussprengen erfolgt durch schlagartige Anlegung einer Spannung an eine elektrische Brücke 9 eines Brückenleiters 11, die daraufhin verdampft.

[0035] Das Reaktionselement 4 kann einen Sprengstoff umfassen, insbesondere einen Sekundärsprengstoff, insbesondere einen insensitiven Sprengstoff. Das Reaktionselement 4 kann eine zu verschweißende Anordnung aus zumindest zwei Lagen gleicher oder unterschiedlicher Metalle oder Legierungen umfassen. Diese Metalle oder Legierungen können Alkali- und/oder Erdalkalimetalle, insbesondere Lithium und/oder Barium umfassen.

[0036] Figur 2 zeigt eine Zeitachse, auf der die Zeit t eingetragen ist. Ab einem Fertigungszeitpunkt t_F ist die Flugkammer 10 gegenüber ihrer Umgebung 12 hermetisch abgeschlossen. Ab einem Klimazeitpunkt t_K enthält die Flugkammer 10 ein vorgebbares, hier von Umgebungsluft 14 verschiedenes, Klima K .

[0037] In Figur 2 liegt der Klimazeitpunkt t_K nach dem Fertigungszeitpunkt t_F . Vor dem Fertigungszeitpunkt t_F ist also die Flugkammer 10 noch nicht hermetisch verschlossen, weshalb zwischen dieser und der Umgebung 12 ein Austausch von Umgebungsluft 14 bzw. des in der Umgebung 12 vorherrschenden Klimas stattfindet.

[0038] Figur 1 zeigt, dass in einer alternativen Ausführung des EFI-Zündmoduls 2 in der Flugkammer 10 ein das Klima K erzeugendes und/oder aufrechterhaltendes Klimaelement 16 enthalten ist.

[0039] Figur 1 zeigt eine weitere alternative Ausführungsform eines EFI-Zündmoduls 2, bei der die Flugkammer an der in der Figur rechten Seite, wie gestrichelt angedeutet, nicht geschlossen ist, sondern in einen Verbindungskanal 18 mündet, der zu einer Klimakammer 20 führt. Klimakammer 20, Verbindungskanal 18 und Flugkammer 10 kommunizieren miteinander, sodass in diesen im Wesentlichen jeweils das gleiche Klima K herrscht.

[0040] In einer alternativen Ausführungsform ist dann das Klimaelement 16 in alternativ oder zusätzlich der Klimakammer 20 und/oder dem Verbindungskanal 18 vorhanden.

[0041] Wenigstens die Flugkammer 10, bei Vorhandensein auch der Verbindungskanal 18 und die Klimakammer 20, insbesondere das gesamte EFI-Zündmodul 2, werden zwischen dem Fertigungszeitpunkt t_F und dem Klimazeitpunkt t_K , insbesondere während der gesamten Dauer von t_F bis t_K auf eine Reaktionstemperatur TR erwärmt. Die Reaktionstemperatur TR ist also höher der üblicherweise in der Umgebung 12 vorherrschenden Temperatur.

[0042] Insbesondere ist die Reaktionstemperatur TR eine solche, bei der das Klimaelement 16 eine erwünschte Reaktivität aufweist, um das Klima K zu erzeugen oder zu erhalten.

[0043] Alternativ wird das Klimaelement 16 unter Ver-

wendung einer Schutzatmosphäre in das EFI-Zündmodul 2 eingebracht. In der Umgebung 12 herrscht also eine von der üblichen Atmosphäre bzw. Umgebungsluft abweichende Schutzatmosphäre, mit welcher das Klimaelement 16 idealerweise nicht oder nur wenig reagiert.

Bezugszeichenliste

[0044]

2	EFI-Zündmodul
4	Reaktionselement
6	Flugelement
7	Folie
8	Flugstrecke
9	Brücke
10	Flugkammer
11	Brückenleiter
12	Umgebung
14	Umgebungsluft
16	Klimaelement
18	Verbindungskanal
20	Klimakammer
K	Klima
t	Zeit
t_F	Fertigungszeitpunkt
t_K	Klimazeitpunkt
TR	Reaktionstemperatur

Patentansprüche

1. EFI-Zündmodul (2)

- mit einem Reaktionselement (4), und
- mit einem Flugelement (6), das entlang einer Flugstrecke (8) zum Reaktionselement (4) hin bewegbar ist, um dieses bei gegenseitigem Kontakt auszulösen, und
- mit einer die Flugstrecke (8) enthaltenden Flugkammer (10),

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Flugkammer (10) gegenüber ihrer Umgebung (12) ab einem Fertigungszeitpunkt (t_F) hermetisch abgeschlossen ist, und
- die Flugkammer (10) ab einem Klimazeitpunkt (t_K) ein vorgebbares Klima (K) enthält,
- wobei der Klimazeitpunkt (t_K) mit dem Fertigungszeitpunkt (t_F) zusammenfällt oder nach dem Fertigungszeitpunkt (t_F) liegt.

2. EFI-Zündmodul (2) nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass das vorgebbare Klima (K) ein von Umgebungsluft (14) verschiedenes Klima ist.

3. EFI-Zündmodul (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Klima (K) Vakuum ist. 5
4. EFI-Zündmodul (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Klima (K) eine Befüllung der Flugkammer (10) mit einem leichten Gas, insbesondere Helium, ist. 10
5. EFI-Zündmodul (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das EFI-Zündmodul (2) ein das Klima (K) in der Flugkammer (10) erzeugendes und/oder aufrecht erhaltendes Klimaelement (16) enthält. 15
6. EFI-Zündmodul (2) nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass das EFI-Zündmodul (2) eine - insbesondere über einen Verbindungskanal (18) - mit der Flugkammer (10) kommunizierende Klimakammer (20) enthält, worin das Klimaelement (16) angeordnet ist. 20 25
7. EFI-Zündmodul (2) nach einem der Ansprüche 5 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Klimaelement (16) ein vakuumierendes Element ist. 30
8. EFI-Zündmodul (2) nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Klimaelement (16) eine Stickstoff und/oder Sauerstoff und/oder Wasser bindende und/oder adsorbierende Substanz enthält. 35
9. EFI-Zündmodul (2) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Substanz ein Alkali- und/oder Erdalkalimetall, insbesondere Lithium und/oder Barium enthält. 40
10. EFI-Zündmodul (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Reaktionselement (4) ein Explosivstoff zur Zündung eines zweiten unempfindlicheren Explosivstoffs ist. 45 50
11. Verfahren zur Herstellung eines EFI-Zündmoduls (2),
- mit einer eine Flugstrecke (8) enthaltenden Flugkammer (10),
- und mit einem Flugelement (6), das entlang der Flugstrecke (8) bewegbar ist, 55

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Flugkammer (10) gegenüber ihrer Umgebung (12) an einem Fertigungszeitpunkt (tF) hermetisch abgeschlossen wird, und
- in der Flugkammer (10) ab einem Klimazeitpunkt (tK) ein vorgebbares Klima (K) erzeugt wird,
- wobei als Klimazeitpunkt (tK) ein Zeitpunkt gewählt wird, der mit dem Fertigungszeitpunkt (tF) zusammenfällt oder nach dem Fertigungszeitpunkt (tF) liegt.

12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein EFI-Zündmodul (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 hergestellt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Flugkammer (10), insbesondere zum Fertigungszeitpunkt (tF), vakuumiert wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest die Flugkammer (10), insbesondere das EFI-Zündmodul (2), zwischen dem Fertigungszeitpunkt (tF) und dem Klimazeitpunkt (tK), insbesondere während dieser Dauer, auf eine Reaktionstemperatur (TR) erwärmt wird, insbesondere auf eine Reaktionstemperatur eines im EFI-Zündmodul enthaltenen Klimaelements.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Klimaelement (16) unter Verwendung einer Schutzatmosphäre in das EFI-Zündmodul (2) eingebracht wird.

Fig. 1

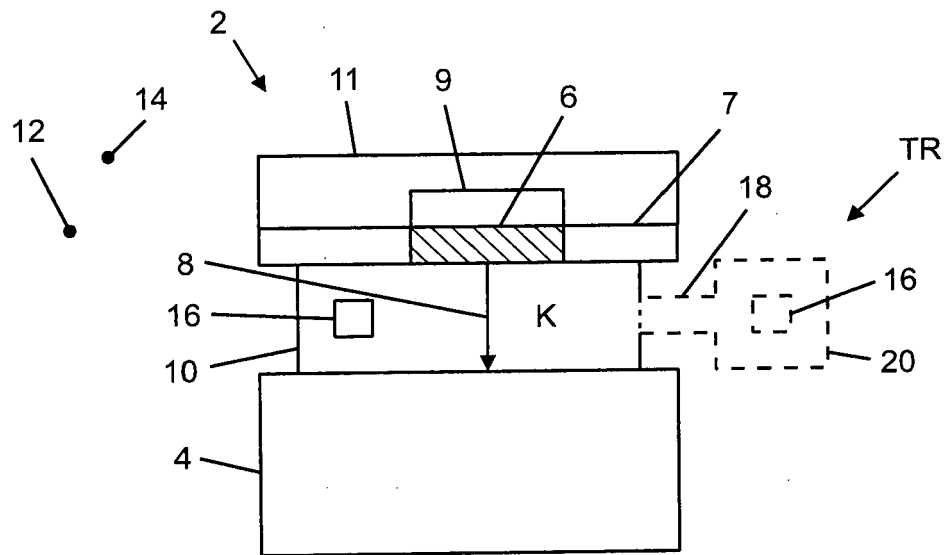
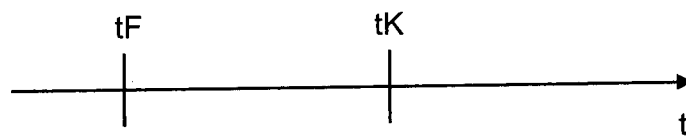


Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 00 0328

5

10

15

20

25

30

35

40

45

1

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	EP 1 172 628 A2 (TDA ARMEMENTS SAS [FR]) 16. Januar 2002 (2002-01-16) * Zusammenfassung * * Absätze [0011], [0018] * * Abbildungen * * contrôle de l'atmosphère *	1-5, 10-13 6-9,14, 15	INV. F42B3/103 F42B3/11 F42B3/12 F42B3/198 F42B3/195
X A	US 2003/200890 A1 (REYNOLDS RICHARD K [US] ET AL) 30. Oktober 2003 (2003-10-30) * Zusammenfassung * * Absätze [0004], [0016] * * Abbildungen * * controlled atmosphere in hermetic package *	1-5, 10-13 6-9,14, 15	
X	US 2002/092438 A1 (MAKOWIECKI DANIEL M [US] ET AL) 18. Juli 2002 (2002-07-18) * Zusammenfassung * * Absatz [0048] * * Abbildungen * * last part of paragraph 48 discloses means to provide a desired atmosphere depending on the materials used. *	1,11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F42B
X	US 4 840 122 A (NERHEIM ELDON [US]) 20. Juni 1989 (1989-06-20) * Zusammenfassung * * Spalte 3, Zeile 40 - Spalte 4, Zeile 6 * * Spalte 5, Zeile 60 - Zeile 65 * * Abbildungen * * different sealing gasses with negative pressure *	1,11,12	
A,D	DE 10 2014 010179 B3 (TDW GES FÜR VERTEIDIGUNGSTECHNISCHE WIRKSYSTEME MBH [DE]) 5. März 2015 (2015-03-05) * Zusammenfassung * * Abbildungen *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 5. Juli 2017	Prüfer Vermander, Wim
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 Patentedokument, 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	

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

EP 17 00 0328

5 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.

05-07-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1172628 A2	16-01-2002	AT 284015 T	15-12-2004
		DE 60107499 D1	05-01-2005
		DE 60107499 T2	08-12-2005
		EP 1172628 A2	16-01-2002
		FR 2811749 A1	18-01-2002
		US 2002023567 A1	28-02-2002

US 2003200890 A1	30-10-2003	KEINE	

US 2002092438 A1	18-07-2002	KEINE	

US 4840122 A	20-06-1989	KEINE	

DE 102014010179 B3	05-03-2015	DE 102014010179 B3	05-03-2015
		EP 2966399 A1	13-01-2016
		ES 2609631 T3	21-04-2017

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102014010179 B3 [0004]