

(19)



(11)

**EP 3 217 141 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**03.10.2018 Patentblatt 2018/40**

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

(21) Anmeldenummer: **17000328.9**

(22) Anmeldetag: **02.03.2017**

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

EFI IGNITION MODULE AND METHOD OF MANUFACTURING

BOÎTIER D'ALLUMAGE EFI ET PROCÉDÉ DE FABRICATION

(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**

- **Stelte, Norbert**  
**DE - 88662 Überlingen (DE)**
- **Hahma, Arno**  
**DE - 91239 Henfenfeld (DE)**

(30) Priorität: **08.03.2016 DE 102016002753**

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**13.09.2017 Patentblatt 2017/37**

(73) Patentinhaber: **Diehl Defence GmbH & Co. KG**  
**88662 Überlingen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 1 172 628**      **DE-B3-102014 010 179**  
**US-A- 4 840 122**      **US-A1- 2002 092 438**  
**US-A1- 2003 200 890**

(72) Erfinder:  
• **Clement, Dominik**  
**DE - 90552 Röthenbach (DE)**

**EP 3 217 141 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

### EFI-Zündmodul und Herstellungsverfahren

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

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.

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.

Ein derartiges EFI-Zündmodul ist beispielsweise aus der DE 10 2014 010 179 B3 und der EP1172628 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.

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

**[0002]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes EFI-Zündmodul anzugeben.

**[0003]** Die Aufgabe wird gelöst durch ein EFI-Zündmodul gemäß Patentanspruch 1.

**[0004]** Bevorzugte oder vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sowie anderer Erfindungskategorien ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung, sowie den beigegeführten Figuren.

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.

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 ausstanz-

bar ist.

Das hermetische Abschließen erfolgt insbesondere durch Laserschweißen.

Die Erfindung beruht auf folgenden Erkenntnissen und Überlegungen:

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.

**[0005]** 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.

**[0006]** 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 Zündsicherheit.

**[0007]** 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.

**[0008]** Erfindungsgemäß 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.

**[0009]** Erfindungsgemäß kann das Klima Vakuum sein. 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 Abschließen durch Laserschweißen ist eine Vakuumierung des Bauraums (Flugkammer etc.) vorteilhaft.

**[0010]** Erfindungsgemäß ist das Klima alternativ 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.

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 Abschließen 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).

**[0011]** 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.

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.

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.

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.

Die Aufgabe der Erfindung wird auch gelöst durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 9.

**[0012]** Das Verfahren und dessen Ausführungsformen sowie die jeweiligen Vorteile wurden sinngemäß bereits im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen EFI-Zündmodul erläutert.

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

**[0013]** Die Flugkammer wird zum Fertigungszeitpunkt, vakuumiert oder mit einem leichten Gas befüllt. 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.

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.

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.

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 eingebrachten 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.

**[0014]** 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, sodass 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.

**[0015]** Gemäß Erfindung wird der Übertrag der Ener-

gie 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.

**[0016]** 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.

**[0017]** 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.

**[0018]** 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.

**[0019]** 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  $K$ .

**[0020]** 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.

**[0021]** Figur 1 zeigt, dass in einer alternativen Ausführung des EFI-Zündmoduls 2 in der Flugkammer 10 ein das Klima  $K$  erzeugendes und/oder aufrechterhaltendes Klimatelement 16 enthalten ist.

**[0022]** 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.

**[0023]** In einer alternativen Ausführungsform ist dann das Klimaelement 16 in alternativ oder zusätzlich der Klimakammer 20 und/oder dem Verbindungskanal 18 vorhanden.

**[0024]** Wenigstens die Flugkammer 10, bei Vorhandensein auch der Verbindungskanal 18 und die Klimakammer 20, insbesondere das gesamte EFI-Zündmodul 2, werden zwischen dem Fertigungszeitpunkt tF und dem Klimazeitpunkt tK, insbesondere während der gesamten Dauer von tF bis tK auf eine Reaktionstemperatur TR erwärmt. Die Reaktionstemperatur TR ist also höher der üblicherweise in der Umgebung 12 vorherrschenden Temperatur.

**[0025]** 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.

**[0026]** Alternativ wird das Klimaelement 16 unter Verwendung 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

##### **[0027]**

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
tF	Fertigungszeitpunkt
tK	Klimazeitpunkt
TR	Reaktionstemperatur

#### **Patentansprüche**

##### 1. EFI-Zündmodul (2)

- 5 - 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  
 10 - mit einer die Flugstrecke (8) enthaltenden Flugkammer (10),

wobei

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

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das Klima (K) Vakuum oder eine Befüllung der Flugkammer (10) mit einem leichten Gas ist, welches gegenüber eingeschlossener irdischer Luft einen geringeren Strömungswiderstand für das Flugelement (6) aufweist, um den die Beschleunigung des Flugelements (6) hemmenden Lufteinschluss in der Flugkammer (10) zu beseitigen oder zu reduzieren.

##### 2. EFI-Zündmodul (2) nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das leichte Gas Helium ist.

##### 3. 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.

##### 4. EFI-Zündmodul (2) nach Anspruch 3,

**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.

##### 5. EFI-Zündmodul (2) nach einem der Ansprüche 3 bis 4,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das Klimaelement (16) ein vakuumierendes Element ist.

##### 6. EFI-Zündmodul (2) nach einem der Ansprüche 3 bis 5,

- dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Klimaelement (16) eine Stickstoff und/oder Sauerstoff und/oder Wasser bindende und/oder adsorbierende Substanz enthält.
7. EFI-Zündmodul (2) nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Substanz ein Alkali- und/oder Erdalkalimetall, insbesondere Lithium und/oder Barium enthält.
8. EFI-Zündmodul (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Reaktionselement (4) ein Explosivstoff zur Zündung eines zweiten unempfindlicheren Explosivstoffs ist.
9. 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, wobei
  - die Flugkammer (10) gegenüber ihrer Umgebung (12) an einem Fertigungszeitpunkt (tF) hermetisch abgeschlossen wird, und
  - in der Flugkammer (10) ab einem Klimazeitpunkt (tK) ein vorgegbares Klima (K) erzeugt wird,
  - wobei als Klimazeitpunkt (tK) ein Zeitpunkt gewählt wird, der mit dem Fertigungszeitpunkt (tF) zusammenfällt oder nach dem Fertigungszeitpunkt (tF) liegt,
- dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** als Klima (K) Vakuum oder eine Befüllung der Flugkammer (10) mit einem leichten Gas gewählt wird, welches gegenüber eingeschlossener irdischer Luft einen geringeren Strömungswiderstand für das Flugelement (6) aufweist, um den die Beschleunigung des Flugelements (6) hemmenden Lufteinschluss in der Flugkammer (10) zu beseitigen oder zu reduzieren.
10. Verfahren nach Anspruch 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** ein EFI-Zündmodul (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 hergestellt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 10,  
**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.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** ein Klimaelement (16) unter Verwendung einer Schutzatmosphäre in das EFI-Zündmodul (2) eingebracht wird.

## 10 Claims

1. EFI ignition module (2)

- having a reaction element (4) and
- having a flyer (6) which can be moved along a flight path (8) to the reaction element (4), in order to trigger said reaction element when reciprocal contact is made, and
- having a flight chamber (10) containing the flight path (8),

wherein

- the flight chamber (10) is hermetically sealed in respect of its environment (12) from a point in production (tF) and
- from a climate point (tK), the flight chamber (10) contains a predefinable climate (K),
- wherein the climate point (tK) coincides with the production point (tF) or comes after the production point (tF),

### characterized in that

the climate (K) is a vacuum or a filling of the flight chamber (10) with a light gas, which has a smaller flow resistance for the flyer (6) compared with enclosed Earth's air, in order to remove or reduce the air entrapped in the flight chamber (10) which inhibits the acceleration of the flyer (6).

2. EFI ignition module (2) according to Claim 1,  
**characterized in that**  
the light gas is helium.

3. EFI ignition module (2) according to one of the preceding claims,  
**characterized in that**  
the EFI ignition module (2) contains a climate element (16) producing and/or maintaining the climate (K) in the flight chamber (10).

4. EFI ignition module (2) according to Claim 3,  
**characterized in that**  
the EFI ignition module (2) contains a climate chamber (20) which communicates with the flight chamber (10), in particular via a connection channel (18) wherein the climate element (16) is arranged.

5. EFI ignition module (2) according to one of Claims 3 to 4,  
**characterized in that**  
the climate element (16) is a vacuum-generating element. 5
6. EFI ignition module (2) according to one of Claims 3 to 5,  
**characterized in that**  
the climate element (16) contains a nitrogen and/or oxygen and/or water-binding and/or adsorbing substance. 10
7. EFI ignition module (2) according to Claim 6,  
**characterized in that**  
the substance contains an alkaline and/or alkaline earth metal, in particular lithium and/or barium. 15
8. EFI ignition module (2) according to one of the preceding claims,  
**characterized in that**  
the reaction element (4) is an explosive for igniting a second more insensitive explosive. 20
9. Method of producing an EFI ignition module (2), 25  
- having a flight chamber (10) containing a flight path (8)  
- and having a flight element (6) which can be moved along the flight path (8), 30  
wherein  
- the flight chamber (10) is hermetically sealed in respect of its environment (12) at a point in production (tF) and 35  
- a predefinable climate (K) is produced in the flight chamber (10) from a climate point (tK),  
- wherein a point in time which coincides with the production point (tF) or comes after the production point (tF) is chosen as the climate point (tK), 40  
**characterized in that**  
the climate (K) chosen is a vacuum or a filling of the flight chamber (10) with a light gas, which has a smaller flow resistance for the flyer (6) compared with enclosed Earth's air, in order to remove or reduce the air entrapped in the flight chamber (10) which inhibits the acceleration of the flyer (6). 50
10. Method according to Claim 9,  
**characterized in that**  
an EFI ignition module (2) according to one of Claims 1 to 8 is produced. 55
11. Method according to one of Claims 9 to 10,  
**characterized in that**

at least the flight chamber (10), in particular the EFI ignition module (2), is heated to a reaction temperature (TR) between the production point (tF) and the climate point (tK), in particular for this duration, in particular to a reaction temperature of a climate element contained in the EFI ignition module.

12. Method according to one of Claims 9 to 11,  
**characterized in that**  
a climate element (16) is introduced into the EFI ignition module (2) using a protective atmosphere.

## Revendications

1. Module d'allumage à EFI (2)  
- comprenant un élément de réaction (4) et  
- comprenant un élément volant (6) qui peut être déplacé le long d'un trajet de vol (8) en direction de l'élément de réaction (4) afin de déclencher celui-ci lors d'un contact mutuel, et  
- comprenant une chambre de vol (10) contenant le trajet de vol (8),  
- la chambre de vol (10) étant fermée hermétiquement par rapport à son environnement (12) à partir d'un instant de fabrication (tF), et  
- la chambre de vol (10) contenant une condition climatique (K) pouvant être prédéfinie à partir d'un instant de condition climatique (tK),  
- l'instant de condition climatique (tK) coïncidant avec l'instant de fabrication (tF) ou se trouvant après l'instant de fabrication (tF),

### caractérisé en ce

**que** la condition climatique (K) est le vide ou un remplissage de la chambre de vol (10) avec un gaz léger qui, par rapport à l'air terrestre enfermé, présente une résistance à l'écoulement plus faible pour l'élément volant (6) afin d'éliminer ou de réduire l'inclusion d'air dans la chambre de vol (10) qui inhibe l'accélération de l'élément volant (6).

2. Module d'allumage à EFI (2) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le gaz léger est de l'hélium.
3. Module d'allumage à EFI (2) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le module d'allumage à EFI (2) contient un élément climatique (16) qui génère et/ou maintient la condition climatique (K) dans la chambre de vol (10).
4. Module d'allumage à EFI (2) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le module d'allumage à EFI (2) contient une chambre climatique (20) qui communique avec la chambre de vol (10), notamment par le biais d'un canal de liaison (18), dans laquelle est disposé l'élément climatique (16).

5. Module d'allumage à EFI (2) selon l'une des revendications 3 et 4, **caractérisé en ce que** l'élément climatique (16) est un élément de mise sous vide. (TR), notamment à une température de réaction d'un élément climatique contenu dans le module d'allumage à EFI.
6. Module d'allumage à EFI (2) selon l'une des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** l'élément climatique (16) contient une substance qui lie et/ou absorbe l'azote et/ou l'oxygène et/ou l'eau. 5
7. Module d'allumage à EFI (2) selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la substance contient un métal alcalin et/ou alcalinoterreux, notamment du lithium et/ou du baryum. 10
8. Module d'allumage à EFI (2) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément de réaction (4) est une substance explosive destinée à allumer une deuxième substance explosive insensible. 15
9. Procédé de fabrication d'un module d'allumage à EFI (2) 20
- comprenant une chambre de vol (10) contenant un trajet de vol (8), 25
  - et comprenant un élément volant (6) qui peut être déplacé le long du trajet de vol (8),
  - la chambre de vol (10) étant fermée hermétiquement par rapport à son environnement (12) à un instant de fabrication (tF), et 30
  - une condition climatique (K) pouvant être prédéfinie étant générée dans la chambre de vol (10) à partir d'un instant de condition climatique (tK), 35
  - l'instant de condition climatique (tK) choisi étant un instant qui coïncide avec l'instant de fabrication (tF) ou qui se trouve après l'instant de fabrication (tF),
- caractérisé en ce que** comme condition climatique (K) est choisi le vide ou un remplissage de la chambre de vol (10) avec un gaz léger qui, par rapport à l'air terrestre enfermé, présente une résistance à l'écoulement plus faible pour l'élément volant (6) afin d'éliminer ou de réduire l'inclusion d'air dans la chambre de vol (10) qui inhibe l'accélération de l'élément volant (6). 40
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'**un module d'allumage à EFI (2) est fabriqué selon l'une des revendications 1 à 8. 50
11. Procédé selon l'une des revendications 9 et 10, **caractérisé en ce qu'**au moins la chambre de vol (10), notamment le module d'allumage à EFI (2), est chauffé(e) entre l'instant de fabrication (tF) et l'instant de condition climatique (tK), notamment pendant cette durée, à une température de réaction 55
12. Procédé selon l'une des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce qu'**un élément climatique (16) est introduit dans le module d'allumage à EFI (2) en utilisant une atmosphère de protection.



Fig. 1

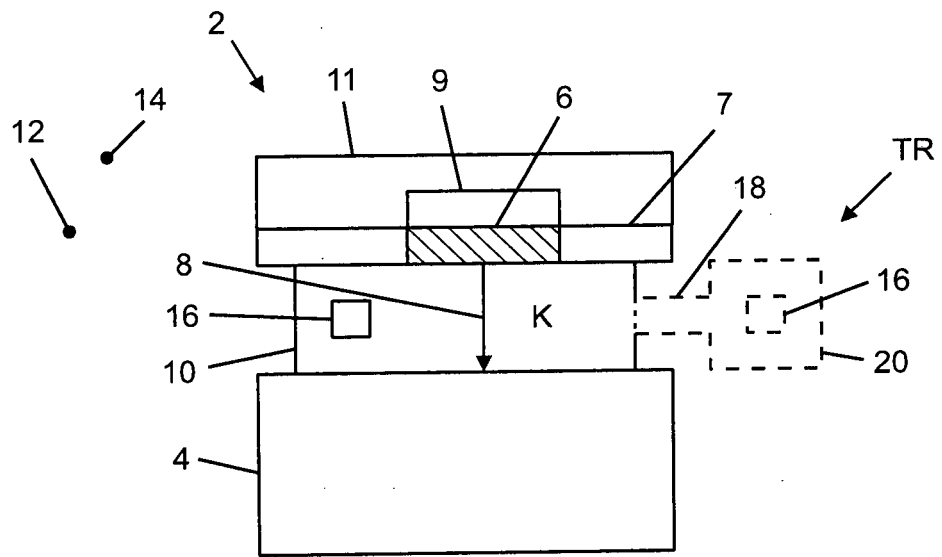
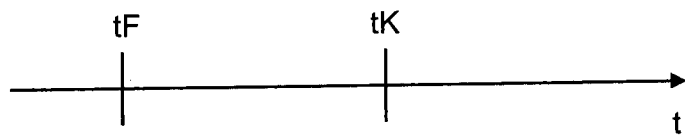


Fig. 2



**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 [0001]
- EP 1172628 A [0001]