



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

- (43)

Veröffentlichungstag:
26.06.2024 Patentblatt 2024/26
- (51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
F42B 3/12 (2006.01)
- (21)

Anmeldenummer: 23214213.3
- (52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F42B 3/12; F42B 3/124
- (22)

Anmeldetag: 05.12.2023

- (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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN
- (72)

Erfinder:
 - Kugler, Dietmar
91242 Ottensoos (DE)
 - Marx, Felicitas
90455 Nürnberg (DE)
 - Schmitz, Benjamin
90552 Röthenbach an der Pegnitz (DE)
- (74)

Vertreter: Diehl Patentabteilung
c/o Diehl Stiftung & Co. KG
Stephanstraße 49
90478 Nürnberg (DE)
- (30)

Priorität: 20.12.2022 DE 102022004814
- (71)

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

(54)

ZÜNDBAUTEIL EINES LE-EFI-ZÜNDMODULS

(57) Ein EFI-Zündbauteil (2) enthält ein festes mechanisch vergleichsweise stabiles hochohmiges Substrat (4), eine unmittelbar und spalt- und lunkerfrei auf dessen Oberfläche (6) aufgebrachte Metallschicht (10) in Brückenstruktur (12) mit elektrischen Anschlussbereichen (14) mit Kontaktflächen (16) und verdampfbarer Zündbrücke (18), eine unmittelbar auf der Metallschicht (10) und gegebenenfalls der Oberfläche (6) aufgebrachten, einen Flyer (26) bildenden festen und mechanisch vergleichsweise instabilen Kunststoffschicht (24), die zumindest die Zündbrücke (18) und einen Umgebungsbe-

reich (22) dieser überdeckt, wobei die Kunststoffschicht (24) nach deren Aufbringen durch eine Temper-Behandlung nachbehandelt ist.

Bei einem Verfahren zur Herstellung eines EFI-Zündbauteils (2) wird das Substrat (4) mit der Oberfläche (6) bereitgestellt, die Metallschicht (10) auf der Oberfläche (6) aufgebracht, die Kunststoffschicht (24) wenigstens auf die Zündbrücke (18) und deren Umgebungsbereich (22) aufgebracht und die Kunststoffschicht (24) nach deren Aufbringen durch eine Temper-Behandlung nachbehandelt.

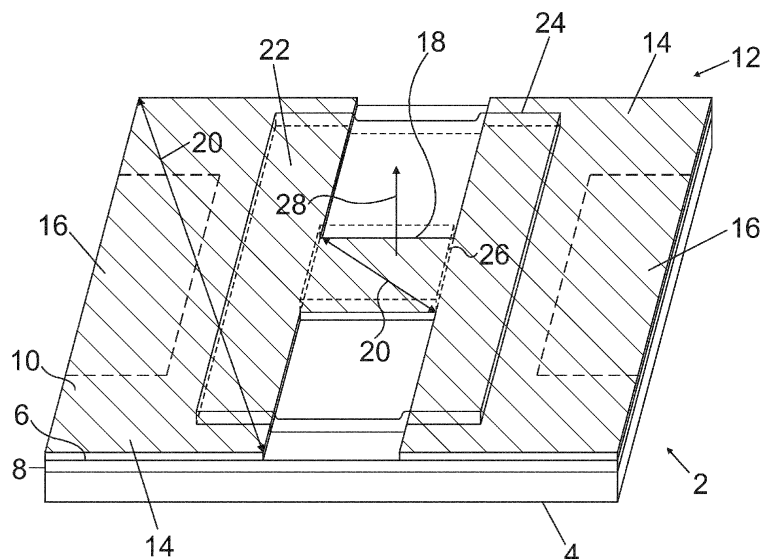


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein EFI-Zündbauteil (EFI: exploding foil initiator) eines EFI-Zündmoduls.

[0002] Aus der EP 2 549 220 A1 ist ein EFI-Zündmodul bekannt, umfassend einen Zündschaltkreis mit einem Kondensator, einem Schaltelement und einem EFI-Zündbauteil, wobei der Kondensator zum Zünden des EFI-Bauteils durch Schließen des Schaltelements entladen wird, wobei das Schaltelement ein SiC-Feldeffekttransistor ist. Zentrales Bauteil ist ein EFI-Zündbauteil, umfassend ein leitfähiges Element, das als Zündbrücke ausgeführt ist. Über dieses leitfähige Element wird zum Zünden ein im Zündschaltkreis befindlicher Kondensator entladen, was dazu führt, dass die Brücke, die eine Breite von wenigen Mikrometern, beispielsweise im Bereich zwischen 100 und 300 Mikrometern, besitzt, schlagartig verdampft, es kommt zur Plasmabildung. Über der Brücke befindet sich eine Folie, beispielsweise aus Kapton, aus welcher infolge der Brückenverdampfung ein Teil, der sogenannte "Flyer" herausgesprengt wird. Der Flyer wird durch die Umwandlung der elektrischen Energie in kinetische Energie extrem beschleunigt, er bewegt sich mit einer Geschwindigkeit im Bereich von km/s. Das Heraussprengen des Flyers wird durch ein der Folie nachgeschaltetes Barrel, dem Abstandsstück mit einer Bohrung, verursacht. Dem Barrel nachgeschaltet befindet sich ein Sprengstoffpressling, der beim Auftreffen des extrem schnellen Flyers durch die Stoßwelle zur Detonation gebracht wird. Der Aufbau und die grundsätzliche Funktionsweise eines solchen EFI-Zündbauteils ist bekannt.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, Verbesserungen in Bezug auf ein derartiges EFI-Zündbauteil vorzuschlagen.

[0004] Die Aufgabe wird gelöst durch ein EFI-Zündbauteil gemäß Patentanspruch 1. Bevorzugte oder vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sowie anderer Erfindungskategorien ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den beigefügten Figuren.

[0005] Das EFI-Zündbauteil enthält ein festes bzw. hartes und mechanisch vergleichsweise stabiles Substrat. Hier sind beispielsweise Glas (Floatglas), Silizium oder Keramik einsetzbar. Eine geeignete Härte ist die Härte von Keramik. Typische Härten von Keramik sind 20 GPa (Vickershärte HV10). Das Substrat weist eine Oberfläche auf. Das Substrat ist zumindest im Hinblick auf seine Oberfläche elektrisch hochohmig ausgeführt. Eine Materialstärke des Substrats beträgt vorzugsweise mindestens 100 μm , besonders vorzugsweise mindestens 200 μm , um eine Interferenz von Druckwellen während der Umsetzung in der Brückenstruktur zu vermeiden. Besonders zuverlässige Realisierungen der Bauvarianten werden ab 500 μm erreicht.

[0006] Das EFI-Zündbauteil enthält eine unmittelbar und spalt- und lunkerfrei auf der Oberfläche aufgebrachte Metallschicht. Bei der Herstellung wird also die entspre-

chende Metallschicht spalt- und lunkerfrei auf die Oberfläche aufgebracht. Weder innerhalb der Metallschicht noch zwischen Substrat und Metallschicht sind also Hohlräume oder weniger dichte Stellen (Spalte, Lunker, Hohlräume, ...) vorhanden. Somit sind dort keinerlei Luft- / Vakuum-Räume vorzufinden, welche bei einer Verdampfung der Zündbrücke Druck als Verlust aufnehmen würden, der dann als Energie für die Beschleunigung des Flyers verloren wäre. Die aus der Verdampfung zur Verfügung stehende Energie wird insofern vollständig auf den Flyer bzw. dessen mechanische Beschleunigung übertragen. Eine Stärke bzw. Dicke der Metallschicht beträgt vorzugsweise 3 μm bis 10 μm .

[0007] Die Metallschicht ist als Brückenstruktur geformt: die Brückenstruktur enthält zwei elektrische Anschlussbereiche. Jeder der Anschlussbereiche weist eine jeweilige Kontaktfläche auf. Jede der Kontaktflächen dient zur elektrischen Kontaktierung des elektrischen Anschlussbereiches und somit zum Anlegen einer Spannungsdifferenz bzw. zum Bewirken eines Stromflusses zwischen den beiden Anschlussbereichen über die Zündbrücke wie folgt: Die Brückenstruktur enthält nämlich auch eine zwischen den Anschlussbereichen liegende Zündbrücke. Durch Bestromung der Zündbrücke über die Kontaktflächen und Anschlussbereiche ist die Zündbrücke durch Umsetzung der über die Kontaktflächen / Anschlussbereiche zugeführten elektrischen Leistung innerhalb der Zündbrücke verdampfbar. Die Seitenlängen der Zündbrücke (18) betragen vorzugsweise zwischen 100 μm und 350 μm .

[0008] Die Metallschicht kann dabei entweder bereits in Form der endgültigen Brückenstruktur auf die Oberfläche aufgebracht werden oder die Metallschicht wird großflächiger aufgebracht und anschließend durch Entfernen von Teilen der Metallschicht auf die Endform der Brückenstruktur gebracht.

[0009] Das EFI-Zündbauteil enthält auch eine unmittelbar auf der Metallschicht und gegebenenfalls unmittelbar auf der Oberfläche aufgebrachte Kunststoffschicht. Bei der Herstellung wird also die Kunststoffschicht auf die Metallschicht bzw. Oberfläche aufgebracht. Die Kunststoffschicht dient (im Betrieb bzw. bei Auslösung, also beim Verdampfen der Zündbrücke) zur Ausbildung des Flyers, ist also Flyer-bildend ausgeführt. Mit anderen Worten wird der Flyer durch die explosionsartige Verdampfung der Zündbrücke aus der Kunststoffschicht als Teil dieser herausgesprengt. Die Kunststoffschicht ist - ebenso wie das Substrat, siehe die Erläuterungen unten - fest. Die Kunststoffschicht ist - im Verhältnis zum Substrat und im Gegensatz zu diesem, siehe die Erläuterungen unten - mechanisch vergleichsweise instabil. Die Kunststoffschicht überdeckt zumindest die Zündbrücke und einen Umgebungsbereich der Zündbrücke.

[0010] Die Kunststoffschicht ist nach deren Aufbringen durch eine Temper-Behandlung nachbehandelt, wobei die Temper-Behandlung / das Tempern einen Verbackprozess darstellt. Bei der Herstellung des Zündbauteils

wird also die Kunststoffschiicht bzw. das gesamte Zündbauteil im entsprechenden Fertigungszustand getempert. Diese Nachbehandlung verleiht der Kunststoffschiicht einerseits die genannte Festigkeit und steigert auch gegebenenfalls noch die Anhaftung an der Metallschiicht/Brückenstruktur sowie am Substrat bzw. dessen Oberfläche.

[0011] Eine Stärke bzw. Dicke der Kunststoffschiicht beträgt vorzugsweise 5 µm bis 30 µm.

[0012] Der Begriff "fest" bzw. "hart" ist vorliegend in Relation zu den Eigenschaften einer aus der Praxis bzw. dem Stand der Technik bekannten Folie eines herkömmlichen EFI-Zündbauteils zu verstehen (wie oben erläutert). Die entsprechende Folie ist biegsam und mechanisch vergleichsweise weniger stabil und bietet daher dem entstehenden "Explosionsdruck" beim Verdampfen der Zündbrücke vergleichsweise weniger mechanischen Widerstand als das Substrat. Durch das gegenüber einer Folie festere, also stabilere Substrat und die Kunststoffschiicht wird eine gegenüber dem genannten Stand der Technik verbesserte Verdämmung beim Verdampfen ("Explodieren") der Zündbrücke zwischen Substrat und Kunststoffschiicht erreicht. Der entstehende Plasma-
druck erreicht höhere Werte, bevor der Flyer aus der Kunststoffschiicht herausgesprengt wird. Dies führt zu einer erhöhten kinetischen Energie des Flyers nach dessen Absprengen. Mit anderen Worten entstehen weniger bzw. praktisch keine Energieverluste; nahezu die gesamte bei der Verdampfung der Zündbrücke entstehende kinetische Energie wird auf den Flyer übertragen. Um in Bezug auf den Stand der Technik eine gleiche Flyer-
geschwindigkeit zu erreichen, ist daher gemäß dem vorliegenden Vorschlag die Zufuhr von weniger elektrischer Energie zur Zündbrücke nötig. Die Zündbrücke kann mit niedrigerer Spannung / niedrigerem Strom verdampft werden.

[0013] Die Begriffe "vergleichsweise stabil" (Substrat) und "vergleichsweise instabil" (Kunststoffschiicht) bezeichnen hier deren Verhältnis zueinander. Das Substrat ist also im Verhältnis zur Kunststoffschiicht mechanisch deutlich stabiler bzw. fester. Dies wird zum Beispiel dadurch erreicht, dass das Substrat mindestens um das 5-, 10- oder 20-fache dicker als die Kunststoffschiicht ausgeführt ist. Weiterhin wird dies dadurch erreicht, dass das Substrat als Werkstoff bzgl. seiner Festigkeit und/oder Härte die Festigkeit und/oder Härte von Kunststoff deutlich übertrifft. Die Härte der Keramik liegt in der Größenordnung von 20 GPa (Vickershärte VH10, DIN EN 843-4) im Vergleich zur deutlich weichen Härte von Kunststoff in der Größenordnung 200 MPa (Kugeldruckhärte ISO 2039-1). Die unterschiedliche Stabilität dient dazu, um ein Ausbrechen der die Zündbrücke umhüllenden Struktur (Substrat und Kunststoffschiicht) in nur einer Richtung, nämlich an der Kunststoffschiicht, sicherzustellen. Das Substrat stellt dagegen vergleichsweise einen "Amboss" dar, der als mechanisch fester bzw. stabiler Untergrund für die Zündbrücke und die Kunststoffschiicht dient. Im Ergebnis findet ein Energieeintrag aus der Ver-

dampfung der Zündbrücke praktisch nur in den Flyer statt. Die Zündenergie (der Zündbrücke zugeführte elektrische Energie) wird also nahezu verlustfrei der kinetischen Energie des Flyers zugeführt.

[0014] Unter "Oberfläche" ist folgendes zu verstehen: betrachtet wird dabei lediglich derjenige Teil der Außenfläche des Substrats, auf welchem Brückenstruktur und Kunststoffschiicht angeordnet sind. Das Substrat ist insbesondere als Platte oder Block ausgeführt. Die Oberfläche bezeichnet dann vorliegend dessen eine Flachseite, auf der die Metallschiicht und die Kunststoffschiicht aufgebracht sind.

[0015] Der Ausdruck "zumindest im Hinblick auf die Oberfläche hochohmig" ist wie folgt zu verstehen: die Metallschiicht bzw. Brückenstruktur ist zumindest im Bereich der Oberfläche zum Substrat hin elektrisch isoliert. Dies kann zum Beispiel durch eine Isolierschiicht des Substrats an dessen Oberfläche realisiert sein. Alternativ oder zusätzlich kann aber auch das Substrat selbst volumenhaft, insbesondere gänzlich hochohmig ausgeführt sein. So ist dann automatisch auch dessen Oberfläche hochohmig für die darauf liegende Metallschiicht. Unter "hochohmig" ist dabei insbesondere ein spezifischer elektrischer Widerstand des betreffenden Materials größer 10.000 Ohm · cm zu verstehen.

[0016] Insbesondere weisen die Anschlussbereiche (in Erstreckungsrichtung der Oberfläche gesehen) eine vergleichsweise großflächige Ausdehnung gegenüber der Ausdehnung der Zündbrücke auf. Die Ausdehnung ist insbesondere die größte Querausdehnung der betreffenden Struktur in einer bestimmten Richtung oder auch eine gemittelte Ausdehnung in verschiedenen Richtungen parallel zur Oberfläche. Die Ausdehnung der Zündbrücke beträgt hierbei zum Beispiel 100-300 µm, die Ausdehnung der Anschlussbereiche z. B. 1000 - 5000 µm. Die Kontaktfläche nimmt insbesondere einen Flächenbereich von mindestens 50% oder mindestens 75% der Oberfläche ein.

[0017] Schaltungstechnisch gesehen ergibt sich also eine unmittelbare elektrische Reihenschaltung von erster Kontaktfläche bzw. erstem Anschlussbereich, Zündbrücke, und zweitem Anschlussbereich mit dessen zweiter Kontaktfläche ohne Zwischenschaltung sonstiger Elemente.

[0018] Der Ausdruck "Kunststoffschiicht gegebenenfalls auf dem Substrat" ist so zu verstehen, dass dies für den Fall gilt, dass der Umgebungsbereich der Zündbrücke nicht vollständig auf der Metallschiicht verläuft. Die Kunststoffschiicht überdeckt dann sowohl Teile der Metallschiicht als auch Teile der Oberfläche des Substrats. Insbesondere ist die Kunststoffschiicht tatsächlich teilweise sowohl unmittelbar auf der Metallschiicht als hinsichtlich ihres verbleibenden Teils auch unmittelbar auf der Oberfläche des Substrats aufgebracht. Die "unmittelbare" Beschichtung bedeutet jeweils, dass sich zwischen Oberfläche, Metallschiicht und Kunststoffschiicht keine weiteren Zwischenschichten befinden.

[0019] "Überdecken" bedeutet, dass die Kunststoff-

schicht die Zündbrücke parallel zur Oberfläche gesehen nach allen Seiten überragt, dass sich der betreffende Umgebungsbereich z. B. um einen Überstand von mindestens 20%, 50% oder 100 % der Ausdehnung der Zündbrücke über diese hinaus erstreckt. Die Kunststoffschicht haftet damit auch im Umgebungsbereich der Zündbrücke am jeweiligen Untergrund (Metallschicht oder Oberfläche) an. Damit wird eine gute Verdämmung der Zündbrücke erreicht, d.h. die Kunststoffschicht ist ausreichend fest an der Metallschicht / Oberfläche befestigt, um genügend Druck beim Verdampfen der Zündbrücke aufbauen zu können, um wiederum den Flyer mit hoher kinetischer Energie abzusprengen. Insbesondere ist bzw. wird die gesamte Oberfläche des Substrats (einschließlich der Metallschicht) mit der Kunststoffschicht beschichtet. Lediglich die Kontaktflächen der Anschlussbereiche bleiben frei oder werden anschließend durch Entfernen der Kunststoffschicht wieder freigelegt.

[0020] Bei der Herstellung des Zündbauteils wird der Kunststoff entweder schon spalt- und lunkerfrei aufgebracht oder ggf. durch Tempern spalt- und lunkerfrei auf der Metallschicht / Oberfläche gemacht. Jedenfalls wird durch das Tempern die Kunststoffschicht verfestigt, verhärtet und mechanisch stabilisiert und gegebenenfalls zusätzlich mit der Metallschicht fester verbunden.

[0021] Gemäß der Erfindung ergibt sich also eine LE-EFI-Zündbrücke (LE: low energy) bzw. ein entsprechendes LE-EFI-Zündbauteil. Das LE-EFI-Zündbauteil stellt eine Weiterentwicklung des EFI-Zündbauteils dar, das mit einer deutlich geringeren Spannung und Energie gezündet werden kann als ein klassisches EFI-Zündbauteil. Gemäß der Erfindung ergibt sich, ein In-Line Zündmittel (EFI) bei gleicher Sicherheit, Zuverlässigkeit und zeitlicher Präzision mit weniger Energie zünden zu können. Das Problem des klassischen, aus der Praxis und dem Stand der Technik bekannten EFIs mit seiner Zündbrücke ist die hohe Spannung und damit verbundene Zündstufe. ($E = 1/2 \cdot C \cdot U^2$) (E =Energie, C =Kapazität, U =Spannung).

[0022] Aus der Praxis und dem oben zitierten Stand der Technik ist das sogenannte klassische EFI bekannt. Das dort verwendete Zündbauteil ist insbesondere eine in einem Kunststoff-Kupfer-Flex eingearbeitete Brücke, die durch hinreichend viel Energieeintrag einen Flyer explosionsartig beschleunigt. Dieser schlägt auf einen Sekundärsprengstoff auf und setzt ihn detonativ um.

[0023] Die vorliegend vorgeschlagene LE-EFI-Zündbrücke / -bauteil verwendet ein hartes (fest und mechanisch vergleichsweise stabiles) Träger-Grund-Material (Substrat) (vor allem die vergleichsweise Härte ist entscheidend, möglich sind beispielsweise (keramisches) Glas, Keramik, usw.), auf dem die Brückenstruktur aus Metall, insbesondere Aluminium oder Kupfer realisiert ist. Darüber ist eine Kunststoffschicht (insbesondere Polyimidschicht) aufgebracht, die (zusammen mit dem Substrat) zur Verdämmung des entstehenden Plasmas dient und den Flyer ausbildet. Durch einen Temperprozess (im Prinzip ein "Verbacken" der Kunststoffschicht auf dem

Untergrund) wird der Aufbau (Substrat, Metallschicht, Kunststoffschicht) hinreichend fest miteinander verbunden und somit die Verdämmung für die Flyerausbildung noch weiter verbessert. Die vorgeschlagenen Schichtaufbauten stehen im Gegensatz zum klassischen EFI - das LE-EFI Zündbauteil verwendet insbesondere einen klebefreien Schichtaufbau.

[0024] Durch den vorgeschlagenen, verbesserten Aufbau kann das Zündbauteil bei mindestens gleicher Sicherheit mit niedrigerer Spannung bzw. niedrigeren Energien gezündet werden. Dies ermöglicht es, die Zündelektronik kleiner und günstiger auszulegen.

[0025] Die vorgeschlagene Lösung ermöglicht es, die Zündbrücke mit einer niedrigen Hochspannung zu zünden, insbesondere statt 2,4kV nur 1000V zwischen den Kontaktflächen anzulegen. Die vorgeschlagene Lösung weist wenig Widerstand und wenig Induktivität (geringere parasitäre Effekte) auf. Hieraus ergibt sich ein höherer Stromeintrag in die Brücke. Der Stromeintrag in die Brücke erfolgt fast ohne Verluste. Der Unterschied zum bekannten EFI ist, dass keine fertigungsbedingten komprimierbaren und flexiblen Schichten vorliegen, sondern dass die Metall-Brückenstruktur direkt auf einem harten und unkomprimierbaren Substrat, z.B. Glasmaterial, Keramik usw., aufgebracht ist. Dieses Trägermaterial (Substrat) dient parallel als eine Art "Amboss". Als Amboss wird vorliegend ein Gegenstand bezeichnet, der zur umsetzenden Masse (Zündbrücke) praktisch feststeht und sich nicht bewegen kann, sei es auf Grund seines Einbaus, seiner relativen Masse und/oder seiner starren Struktur. Die "Verdampfung" des Brückenmaterials stellt in der Praxis eine schlagartige Veränderung des Aggregatzustandes dar, den man mit der Umsetzung von Sprengstoff vergleichen kann. Bei Sprengumsetzungen ist die Verdämmung ein entscheidender Parameter und bestimmt die benötigte Energiemenge. Beim klassischen EFI geht die Energie in beide Richtungen (Der Aufbau eines klassischen EFIs besteht in der Regel aus einer Schichtung Folie-Metallschicht-Folie mit evtl. Klebschichten dazwischen), da die Verdämmung durch den Aufbau fehlt bzw. vorliegend verbessert ausgeführt ist.

[0026] Des Weiteren sind vorliegend die Schichten spalt- und lunkerfrei verbunden (insbesondere durch ein Vakuumverfahren bei der Herstellung), so dass es zu keinen Hohlräumen kommt, die bei "sprengtechnischen" Umsetzungen zu enormen Leistungsverlusten führen. Zusätzlich stellt der Verbackprozess des Kunststoffs (insbesondere Polyimid) ein starres und hartes Material (Kunststoffschicht) sicher. Dies sorgt für eine zusätzliche Verdämmung der Zündbrücke und einen sauberen Ausbruch des Flyers.

[0027] Das vorgeschlagene LE-EFI-Zündbauteil findet insbesondere Anwendung in bzw. führt zu einem LE-EFI-Zündmittel und ist das Herzstück des Zündmittels. Diese Zündmittel können in eine Vielzahl bekannter und zukünftiger elektronischer Zünd- und Sicherungseinrichtungen verwendet werden.

[0028] Die Erfindung beruht unter anderem auf der

Idee, die zur ausreichenden Beschleunigung des Flyers notwendige Energie zu senken, und dies durch eine verbesserte Verdämmung der Zündbrücke im restlichen Aufbau des Zündbauteils zu realisieren. Die entsprechende Energie ist nicht der Sicherheitsfaktor, sondern das spezifische Signal, das und nur das die Zündung ermöglicht.

[0029] In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Substrat eine die Oberfläche bildende Isolierschicht auf. Die Isolierschicht bedingt die oben genannten Hochohmigkeit des Substrats (im Hinblick auf seine Oberfläche) zumindest mit oder bewirkt erst dessen entsprechende Hochohmigkeit. Insbesondere für an sich nicht hochohmige Substrate ist eine derartige Isolierschicht vorteilhaft. Die Isolierschicht ist zum Beispiel Siliziumdioxid, das auf Silizium vorhanden ist oder z. B. durch gezielte Oxidation erzeugt wird. Für Substrate in Form von Keramik, Glas usw. ist in der Regel keine Isolierschicht nötig, da diese Substrate für sich bereits volumenhaft ausreichende Isolatoren darstellen, um die Metallschicht auf diesen elektrisch ausreichend isoliert realisieren zu können.

[0030] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Substrat ein Halbleiter oder ein Glas oder eine Keramik. Im Prinzip ist jedoch jedes Material, das elektrisch ausreichend isolierend für die Bestromung in der Brückenstruktur ist und ausreichend hart und unkomprimierbar ist, um in Kombination mit der Kunststoffschicht eine ausreichende Verdämmung zu leisten, geeignet.

[0031] Keramik anstelle eines Halbleiters oder Glas reduziert den Energiebedarf weiter, da davon auszugehen ist, dass Keramik härter als ein Halbleiter oder Glas ist und damit die beim Verdampfen der Zündbrücke freigesetzte Energie besser auf den Flyer fokussiert wird.

[0032] Die Erfindung beruht unter anderem auf der Erkenntnis, Metall anstelle von zum Beispiel aus der Praxis bekanntem dotierten Silizium als Brückenmaterial zu verwenden. Metall weist nochmals einen deutlich geringeren spezifischen elektrischen Widerstand als hochdotiertes Silizium auf, was die Energieeffizienz des Zündbauteils erhöht. Eine entsprechend hohe Dotierung von Silizium erfordert außerdem eine lange Dotierdauer, beispielsweise im Bereich von mehreren, z. B. neun, Monaten. Versuche bzw. Tests mit verschiedenen Änderungen an der Formgebung der Brückenstruktur erfordern so gegebenenfalls Entwicklungszyklen von mehreren Monaten, da entsprechend geformtes Silizium erst wieder monatelang dotiert werden muss. Dieser Nachteil ist bei der Verwendung von Metall als Brückenmaterial vermieden.

[0033] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Metall der Metallschicht Aluminium oder Kupfer oder die Metallschicht enthält derartige Bestandteile als Metall. Auch hier sind jedoch auch andere geeignete Metalle wie z. B. Gold oder Silber denkbar.

[0034] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Kunststoff der Kunststoffschicht Polyimid oder Parylene oder die Kunststoffschicht enthält einen entsprechenden

Bestandteil als Kunststoff. Die Schichtdicke der Kunststoffschicht kann zwischen 3 µm und 30 µm betragen.

[0035] Die genannten Materialien für Substrat, Metall und Kunststoff haben sich in der Praxis als besonders geeignet erwiesen.

[0036] In einer bevorzugten Ausführungsform ist bzw. wird das EFI-Zündbauteil frei von Klebstoff aufgebaut bzw. hergestellt. In den aus der Praxis bekannten Zündbauteilen wird in der Regel Klebstoff verwendet. Spalte / Blasen, vergleichbar mit Lunkern, im Klebstoff oder zwischen Klebstoff und zu klebendem Material sind hier oft unausweichlich und reduzieren den Anteil der von der Verdampfung der Zündbrücke entstehenden Energie, die auf den Flyer übertragen wird. Bei der Herstellung des Zündbauteils wird also ein Verfahren verwendet, welches ohne die Verwendung von Klebstoff auskommt. Mit anderen Worten werden Metallschicht und Kunststoffschicht ohne die Verwendung von Klebstoff auf den entsprechenden Untergründen aufgebracht und befestigt.

[0037] Die Aufgabe der Erfindung wird auch gelöst durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 7. Das Verfahren dient zur Herstellung des oben vorgeschlagenen EFI-Zündbauteils. Bei dem Verfahren wird das Substrat, das die Oberfläche aufweist, bereitgestellt. Die Metallschicht wird wenigstens im Umfang der Brückenstruktur unmittelbar und spalt- und lunkerfrei auf der Oberfläche aufgebracht. Mit anderen Worten wird also lediglich die Brückenstruktur aufgebracht oder zusätzliches Metall aufgebracht und später (vor, mit oder nach den nachfolgend erläuterten weiteren Verfahrensschritten) entfernt, sodass erst nach dem Abtrag dann die Brückenstruktur in ihrer Endform verbleibt.

[0038] Anschließend wird die Kunststoffschicht wenigstens auf die Zündbrücke und deren Umgebungsbereich unmittelbar auf der Metallschicht aufgebracht. Gegebenenfalls wird (wie oben erläutert) hier ein Teil der Kunststoffschicht auch auf der Oberfläche aufgebracht. Auch hier gilt, dass entweder die Kunststoffschicht in ihrer beabsichtigten Endform aufgebracht wird oder zunächst mehr Kunststoff aufgebracht wird, welcher nachträglich wieder entfernt wird, bis die beabsichtigte Endform der Kunststoffschicht erreicht wird bzw. ist.

[0039] Die Kunststoffschicht wird nach deren Aufbringen durch eine Temper-Behandlung nachbehandelt, also getempert bzw. verbacken.

[0040] Das Verfahren und zumindest ein Teil dessen möglicher Ausführungsformen sowie die jeweiligen Vorteile wurden sinngemäß bereits im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen EFI-Zündbauteil erläutert.

[0041] Die Kunststoffschicht wird insbesondere in deren endgültiger Dicke aufgebracht. Ein Höhenabtrag der Kunststoffschicht findet dann also nicht mehr statt. Allenfalls wird dabei nur noch die Kontur der Kunststoffschicht durch seitliches Abtragen von Kunststoff korrigiert.

[0042] In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Metallschicht in Übergröße in Bezug auf die Brückenstruktur auf das Substrat bzw. dessen Oberfläche auf-

gebracht und nachträglich zur Brückenstruktur hin abgetragen. Die übergroße Metallschicht wird also nachträglich strukturiert, insb. chemisch, mit Laserabtragung, durch Ätzen usw. abgetragen, um in ihre Endform als Brückenstruktur gebracht zu werden.

[0043] In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Kunststoffschiicht in Übergröße in Bezug auf eine gewünschte Endform (Bezug ist das endgefertigte Zündbauteil) hin auf das Metall bzw. die Metallschicht und gegebenenfalls auf das Substrat bzw. dessen Oberfläche aufgebracht und nachträglich auf die gewünschte Form (Endform im fertigen EFI-Zündbauteil) hin abgetragen. Insbesondere wird zumindest ein Teilbereich der Kontaktflächen mit einer Kunststoffschiicht überzogen und diese dort später wieder entfernt, um die gesamten Kontaktflächen von Kunststoff zu befreien und zur elektrischen Kontaktierung zugänglich zu machen.

[0044] In einer bevorzugten Variante dieser Ausführungsform wird die Kunststoffschiicht in Übergröße auf die gesamte Metallschicht und die gesamte restliche Oberfläche des Substrats aufgebracht. Die gesamte Oberfläche des Substrats wird also mit Kunststoff bedeckt. Unter "Oberfläche" ist hier wieder insbesondere eine Bauteilseite des Substrats zu verstehen, auf welcher die Zündbrücke zu liegen kommt, insbesondere eine Flachseite des Substrats. Insbesondere wird also die gesamte Oberfläche (gesamte Substrat-Oberfläche und aufgetragene Metallschicht) mit der Kunststoffschiicht überzogen; insbesondere werden dann nachträglich lediglich die Kontaktflächen wieder von Kunststoff befreit.

[0045] In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Metallschicht durch Aufdampfen auf die Oberfläche spalt- und lunkerfrei aufgebracht. Durch Aufdampfen kann eine Spalt- und Lunkerfreiheit besonders gut erreicht werden.

[0046] In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Kunststoffschiicht durch Spin-Coating spalt- und lunkerfrei auf die Metallschicht und gegebenenfalls auf die Oberfläche aufgebracht. Spin-Coating ist das Auftropfen von Kunststoff als Material der Kunststoffschiicht auf ein rotierendes Substrat. Durch Spin-Coating kann eine Spalt- und Lunkerfreiheit besonders gut erreicht werden. Alternativ kann auch die Technik des Spray Coatings oder des Dip Coatings oder des CVD (= Chemical Vapor Deposition) angewendet werden.

[0047] In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt zumindest das Aufbringen der Metallschicht und der Kunststoffschiicht und das Tempern unter Vakuum. Ein solches Vakuumverfahren begünstigt bzw. bewirkt bzw. stellt die Spalt- und Lunkerfreiheit besonders gut sicher. Insbesondere wird das Vakuum zwischen den einzelnen Teilschritten Metallisieren, Kunststoff aufbringen, Tempern unterbrechungsfrei gehalten. Insbesondere erfolgt die gesamte Fertigung des EFI-Zündbauteils unter Vakuum.

[0048] In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt zumindest das Aufbringen der Metallschicht und der Kunststoffschiicht ohne Verwendung von Klebstoff, wie oben schon erwähnt. Insbesondere erfolgt die gesamte

Fertigung des EFI-Zündbauteils ohne Verwendung von Klebstoff.

[0049] Weitere Merkmale, Wirkungen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung sowie der beigelegten Figuren. Dabei zeigt in einer schematischen Prinzipskizze:

Figur 1 ein EFI-Zündbauteil gemäß der Erfindung in einer perspektivischen Ansicht.

[0050] Figur 1 zeigt ein EFI-Zündbauteil 2. Dieses enthält ein festes und mechanisch vergleichsweise stabiles Substrat 4. Das Substrat 4 weist vorliegend eine ebene Quaderform bzw. Plattenform auf. An der in Figur 1 oberen Flachseite weist das Substrat 4 eine Oberfläche 6 auf. Das Substrat 4 enthält dabei eine dessen Oberfläche 6 bildende Isolierschicht 8. Das Substrat 4 weist einen spezifischen elektrischen Widerstand von mehr als 10.000 Ohm cm auf. Die Isolierschicht 8 weist einen noch höheren spezifischen elektrischen Widerstand als das Substrat 4 auf. Bezüglich der Oberfläche 6 ist daher das Substrat 4 elektrisch hochohmig ausgeführt.

[0051] Unmittelbar auf der Oberfläche 6, d.h. unter Zwischenlage keiner sonstigen Materialien, ist eine Metallschicht 10 aufgebracht. Das Metall ist hier Aluminium. Die Metallschicht 10 wurde spalt- und lunkerfrei durch Aufdampfen aufgebracht. Weder zwischen Oberfläche 6 und Metallschicht 10 noch innerhalb der Metallschicht 10 befinden sich also irgendwelche Luftblasen, Hohlräume oder Lunker.

[0052] Die Metallschicht 10 ist als Brückenstruktur 12 (schraffiert angedeutet) in etwa H-förmig geformt. Die Brückenstruktur 12 besteht aus zwei, hier rechteckförmigen elektrischen Anschlussbereichen 14, die jeweils eine hier nur gestrichelt angedeutete, ebenfalls rechteckförmigen Kontaktfläche 16 aufweisen und einer ebenfalls rechteckförmigen Zündbrücke 18. Die Kontaktflächen 16 sind lediglich bestimmte Flächenabschnitte der Anschlussbereiche 14, unterscheiden sich aber von letzteren nicht bzw. sind einstückig mit diesen ausgeführt. Die hiermit ebenfalls einstückig ausgeführte Zündbrücke 18 verbindet die beiden Anschlussbereiche 14 miteinander in Form einer Reihenschaltung. Die Anschlussbereiche 14 weisen vorliegend eine - hier vorliegend beispielhaft in Diagonalenrichtung gemessen - Querausdehnung 20 (angedeutet durch einen Doppelpfeil) von 5 mm, die Zündbrücke von 0,2mm auf. Die Querausdehnung 20 wird parallel zur Oberfläche 6 betrachtet.

[0053] Durch Anlegen einer Spannung von hier 1000V bzw. Durchleiten eines sich im Aluminium einstellenden Stromes zwischen den beiden Kontaktflächen 16 kann die Zündbrücke 18 im Betrieb des EFI-Zündbauteils 2 verdampft werden.

[0054] Die Zündbrücke 18 weist einen Umgebungsbe-
reich 22 auf, der in Figur 1 gestrichelt angedeutet ist. Dieser Bereich ragt zu allen Seiten etwa um 100 % der Querausdehnung 20 der Zündbrücke 18 über letztere

hinaus. Der Umgebungsbereich 22 weist in diesem Sinne also etwa die dreifache Querausdehnung 20 der Zündbrücke 18 auf (in Figur 1 nicht weiter dargestellt). Der Umgebungsbereich 22 schließt damit Teile der Anschlussbereiche 14 sowie auch Teile der Oberfläche 6 des Substrats 4 ein bzw. überdeckt diese.

[0055] Sowohl die Zündbrücke 18 als auch deren Umgebungsbereich 22 ist spalt- und lunkerfrei und vollständig von einer Kunststoffschicht 24 bedeckt. Auch hier ist keinerlei weiteres Material zwischen Kunststoffschicht 24 und Untergrund (Oberfläche 6 / Metallschicht 10) vorhanden. Die Kunststoffschicht 24 ist in Figur 1 lediglich zur Verdeutlichung transparent dargestellt. Die Kunststoffschicht 24 bildet im Betrieb bzw. bei der Auslösung des EFI-Zündbauteils 2 einen Flyer 26 aus, der in Figur 1 gestrichelt angedeutet ist. Der Flyer 26 besteht aus demjenigen Flächenanteil der Kunststoffschicht 24, welche - in Draufsicht von oben auf die Oberfläche 6 - deckungsgleich mit der Zündbrücke 18 ist. Die Kunststoffschicht 24 und damit auch der Flyer 26 besteht hier aus Polyimid.

[0056] Die Kunststoffschicht 24 ist wie das Substrat 4 fest und zwar ebenfalls insofern eigenstabil, im Vergleich zum Substrat 4 jedoch vergleichsweise instabiler. Dies hat zur Folge, dass bei der Auslösung des Zündbauteils 2, das heißt beim Verdampfen der Zündbrücke 18 das Substrat 4 unbeschädigt und unverformt verbleibt, der Flyer 26 jedoch aus der restlichen Kunststoffschicht 24 ausgebrochen bzw. ausgestanzt wird und in Richtung des Pfeils 28 vom Substrat 4 bzw. der Oberfläche 6 weg beschleunigt wird.

[0057] Die Festigkeit der Kunststoffschicht 24 wird unter anderem dadurch erreicht bzw. gesteigert, dass die Kunststoffschicht 24 nach dem Aufbringen auf die Metallschicht 10 bzw. Oberfläche 6 getempert wird, also mithilfe einer Temper-Behandlung nachbehandelt wird.

[0058] Das Zündbauteil 2 enthält keinerlei Klebstoff; auch bei dessen Herstellung wird keinerlei Klebstoff verwendet.

[0059] Die Herstellung erfolgt derart, dass zunächst das Substrat 4 bereitgestellt wird. Das Substrat 4 bildet das Trägermaterial für das EFI-Zündbauteil 2 und wird hierbei einer Oxidationsbehandlung unterzogen, um die Isolierschicht 8 bzw. Isolationsschicht an der Oberfläche 6 auszubilden. Anschließend wird die Metallschicht 10 in Übergröße auf die Oberfläche 6 aufgebracht, hier durch Aufdampfen. Das heißt, dass mehr Metall aufgebracht wird, als in Figur 1 dargestellt ist. Überschüssiges Metall wird anschließend abgetragen, bis nur noch die in Figur 1 dargestellte Brückenstruktur 12 vorhanden ist. Die Metallschicht 10 bildet damit das Brückenmaterial, also Material der Zündbrücke 18.

[0060] Anschließend wird das gesamte Substrat 4 bzw. die gesamte Oberfläche 6 einschließlich der Brückenstruktur 12 mit der Kunststoffschicht 24 ebenfalls in Übergröße überzogen. Dies wird mit Hilfe des Spin-Coating-Verfahrens durchgeführt, also das Substrat 4 mit der Metallschicht 10 rotiert und Kunststoff aufgetropft. Der

sich verteilende Kunststoff bildet die Kunststoffschicht 24 und stellt somit auch das Material des Flyers 26 dar. Auch der überschüssige Kunststoff wird anschließend abgetragen, bis lediglich der in Figur 1 gezeigte Umgebungsbereich 22 sowie der Zündbrücke 18 noch mit der Kunststoffschicht 24 überzogen ist. Insbesondere sind bzw. werden dadurch die Kontaktflächen 16 der Anschlussbereiche 14 wieder freigelegt, um dort eine nicht dargestellte elektrische Leistungsversorgung zur Bestromung der Zündbrücke 18 anzuschließen.

[0061] Die Kunststoffschicht 24 wird abschließend mithilfe einer Temperbehandlung mechanisch stabilisiert und noch besser mit dem Untergrund (Metallschicht 10 und Oberfläche 6 bzw. Substrat 4) verbunden.

[0062] Das gesamte Verfahren wird, nachdem das Substrat 4 bereitgestellt wurde, unter Vakuum durchgeführt. Im gesamten Verfahren wird keinerlei Klebstoff verwendet.

20 Bezugszeichenliste

[0063]

2	EFI-Zündbauteil
4	Substrat
6	Oberfläche
8	Isolierschicht
10	Metallschicht
12	Brückenstruktur
14	Anschlussbereich
16	Kontaktfläche
18	Zündbrücke
20	Querausdehnung
22	Umgebungsbereich
24	Kunststoffschicht
26	Flyer
28	Pfeil (Flyer)

40 Patentansprüche

1. EFI-Zündbauteil (2),

- mit einem Substrat (4), das eine Oberfläche (6) aufweist und das zumindest im Hinblick auf seine Oberfläche (6) elektrisch hochohmig ausgeführt ist,
- mit einer unmittelbar und spalt- und lunkerfrei auf der Oberfläche (6) aufgetragenen Metallschicht (10),
- wobei die Metallschicht (10) als Brückenstruktur (12) geformt ist, die zwei elektrische Anschlussbereiche (14) mit jeweiligen Kontaktflächen (16) zur elektrischen Kontaktierung und eine zwischen den Anschlussbereichen (14) liegende, durch Bestromung über die Kontaktflächen (16) und Anschlussbereiche (14) verdampfbare Zündbrücke (18) aufweist,

- mit einer unmittelbar auf der Metallschicht (10) und gegebenenfalls unmittelbar auf der Oberfläche (6) aufgetragenen, einen Flyer (26) bildenden Kunststoffschicht (24), die zumindest die Zündbrücke (18) und gegebenenfalls einen Umgebungsbereich (22) dieser überdeckt, 5
- wobei die Kunststoffschicht (24) nach deren Aufbringen durch eine Temper-Behandlung nachbehandelt ist. 10
2. EFI-Zündbauteil (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Substrat (4) aus einem festen und im Vergleich zur Kunststoffschicht (24) mechanisch stabilen oder harten Material gefertigt ist. 15
3. EFI-Zündbauteil (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kunststoffschicht (24) aus einem festen und im Vergleich zum Substrat (4) mechanisch instabilen oder weichen Material gefertigt ist. 20
4. EFI-Zündbauteil (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Substrat (4) eine die Oberfläche (6) bildende Isolierschicht (8) aufweist, die die Hochtemperaturbeständigkeit des Substrats (4) zumindest mitbedingt. 25
5. EFI-Zündbauteil (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Substrat (4) ein Halbleiter oder ein Glas oder eine Keramik ist. 30
6. EFI-Zündbauteil (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Metallschicht (10) Aluminium oder Kupfer als Metall enthält oder ist. 35
7. EFI-Zündbauteil (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kunststoffschicht (24) Polyimid oder Parylene als Kunststoff enthält oder ist. 40
8. EFI-Zündbauteil (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das EFI-Zündbauteil (2) frei von Klebstoff aufgebaut ist. 45
9. Verfahren zur Herstellung eines EFI-Zündbauteils (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem: 50
- das Substrat (4) mit der Oberfläche (6) bereitgestellt wird,
- die Metallschicht (10) wenigstens im Umfang der Brückenstruktur (12) unmittelbar und spalt- und lunkerfrei auf der Oberfläche (6) aufgebracht wird,
- die Kunststoffschicht (24) wenigstens auf die Zündbrücke (18) und deren Umgebungsbereich (22) unmittelbar auf der Metallschicht (10) und gegebenenfalls auf der Oberfläche (6) aufgebracht wird,
- wobei die Kunststoffschicht (24) nach deren Aufbringen durch eine Temper-Behandlung nachbehandelt wird. 55
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Metallschicht (10) in Übergröße in Bezug auf die Brückenstruktur (12) auf die Oberfläche (6) aufgebracht wird und nachträglich zur Brückenstruktur (12) hin abgetragen wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kunststoffschicht (24) in Übergröße in Bezug auf eine gewünschte Form hin auf die Metallschicht (10) und gegebenenfalls auf die Oberfläche (6) aufgebracht wird und nachträglich auf die gewünschte Form hin abgetragen wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kunststoffschicht (24) in Übergröße auf die gesamte Metallschicht (10) und die gesamte restliche Oberfläche (6) des Substrats (4) aufgebracht wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Metallschicht (10) durch Aufdampfen auf die Oberfläche (6) spalt- und lunkerfrei aufgebracht wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kunststoffschicht durch Spin Coating spalt- und lunkerfrei auf die Metallschicht und gegebenenfalls auf die Oberfläche aufgebracht wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest das Aufbringen der Metallschicht (10) und der Kunststoffschicht (24) und das Tempern unter Vakuum erfolgt.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest das Aufbringen der Metallschicht

(10) und der Kunststoffschicht (24) ohne Verwendung von Klebstoff erfolgt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

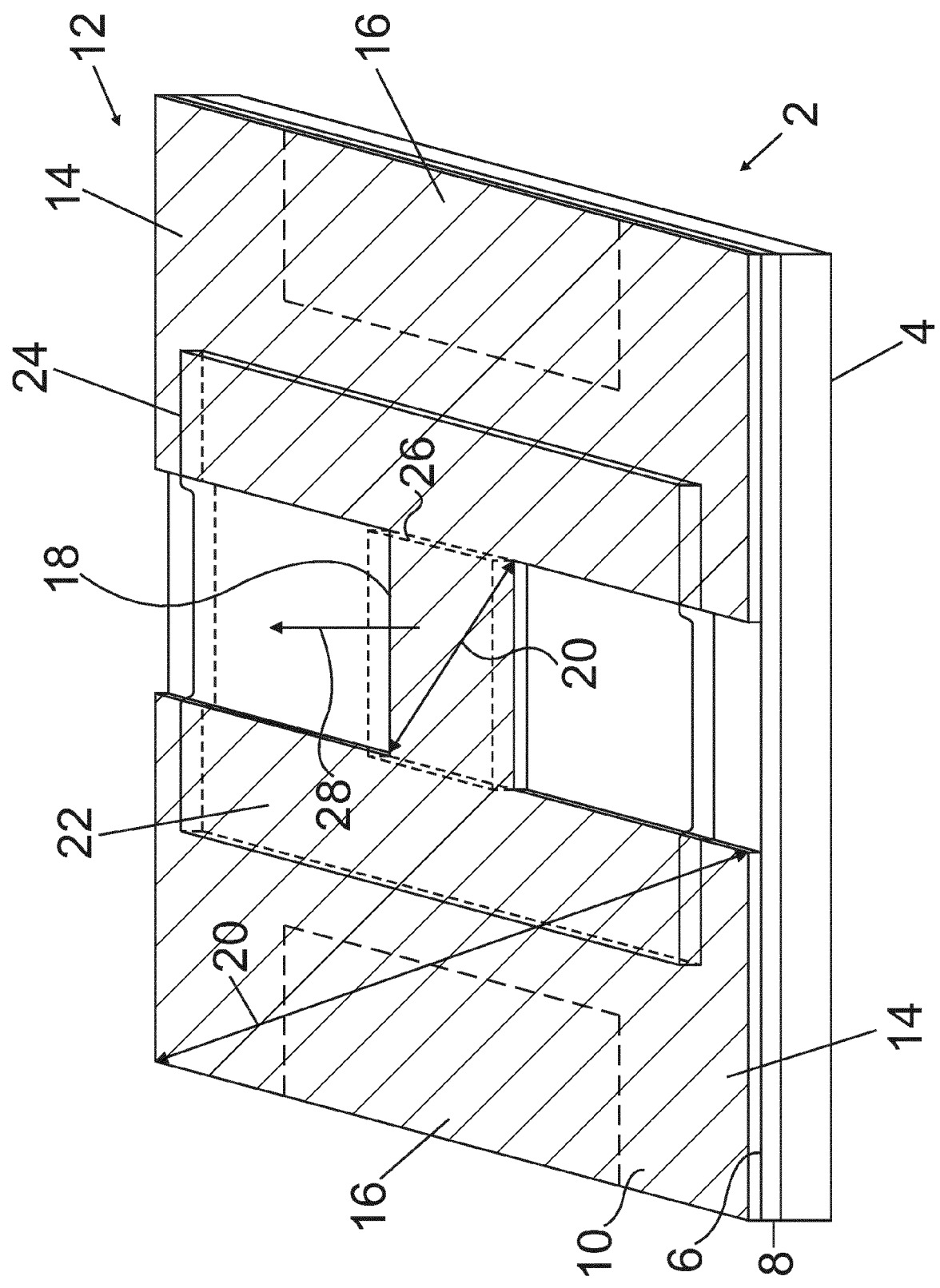


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 21 4213

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

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	US 2018/172410 A1 (SCHOLTES JOZEF HUBERTUS GERARDUS [NL] ET AL) 21. Juni 2018 (2018-06-21)	1-11, 13-16	INV. F42B3/12
Y	* Absätze [0014], [0015], [0026] - [0032], [0041], [0043], [0044]; Abbildungen 2, 3A, 3B *	4, 10, 12	
X	US 6 752 083 B1 (LERCHE NOLAN C [US] ET AL) 22. Juni 2004 (2004-06-22)	1-3, 5-9, 11-16	
Y	* Spalte 4, Zeile 66 - Spalte 5, Zeile 45; Abbildung 4A *	4, 10, 12	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort Den Haag			F42B
Abschlußdatum der Recherche 11. April 2024			
Prüfer Seide, Stephan			
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 : nichtschriftliche 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			

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

EP 23 21 4213

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

11-04-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2018172410 A1	21-06-2018	AU 2016281426 A1	18-01-2018
		BR 112017028155 A2	28-08-2018
		CA 2990014 A1	29-12-2016
		CN 107923728 A	17-04-2018
		EP 3314200 A1	02-05-2018
		ES 2743958 T3	21-02-2020
		KR 20180020212 A	27-02-2018
		RU 2723258 C1	09-06-2020
		US 2018172410 A1	21-06-2018
		WO 2016209081 A1	29-12-2016
		ZA 201708649 B	19-12-2018
US 6752083 B1	22-06-2004	KEINE	

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

- EP 2549220 A1 [0002]