

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 2001-2977
(22) Přihlášeno: 10.02.2000
(30) Právo přednosti: 19.02.1999 US 09/253376
(40) Zveřejněno: 14.08.2002
(Věstník č. 8/2002)
(47) Uděleno: 12.03.2010
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: 21.04.2010
(Věstník č. 16/2010)
(86) PCT číslo: PCT/US2000/003450
(87) PCT číslo zveřejnění: WO 2000/049340

(11) Číslo dokumentu:

301 586

(13) Druh dokumentu: B6

(51) Int. Cl.:
F23Q 7/22 (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:

WO 9638693; JP 2075187; EP 486009; US 5564618; GB 2095959; US 5804092; JP 02075187.

(73) Majitel patentu:

SAINT-GOBAIN CERAMICS AND PLASTICS, INC.,
Worcester, MA, US

(72) Původce:

Cooper John, New Braintree, MA, US
Nagy Bela, Acton, MA, US
Shum David, Northboro, MA, US
Kochan Brian S., Milford, NH, US
Hamel Scott M., Wilton, NH, US

(74) Zástupce:

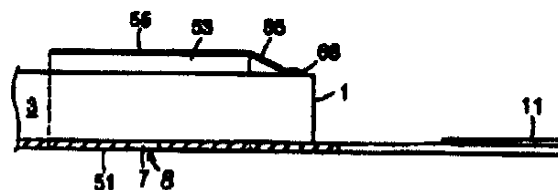
Ing. Václav Herman, Hlavní 43, Průhonice, 25243

(54) Název vynálezu:

**Elektrovodivé spojení keramického elementu s
kovovým zakončením, keramická zapalovací
svíčka zahrnující takové spojení a způsob
zhotovení tohoto spojení**

(57) Anotace:

Elektrické připojení pro keramický žhavý povrch, zejména keramické zapalovací svíčky, zahrnuje elektrovodivé keramické těleso s prvním koncem (1), s nímž se stýká elektrovodivá tvrdá pájka (7) z aktivního kovu, která je ve styku s kovovým zakončením chemickým spojem. Nepájená keramická zapalovací svíčka sestává z elektricky vodivého keramického tělesa se dvěma studenými konci (1) a s odporovou zónou mezi nimi a dvojicí zakončení, která sestávají z pouzdra (56) s prvním koncem (88) a druhým koncem (89), přičemž studené konce (1) keramického tělesa jsou zachycené trvale v prvních koncích (88) pouzder (56) kovových zakončení a jsou s nimi spojené elektricky. Svíčka má pak dvojici kovových nálitků, které jsou v elektricky vodivém styku jak s příslušným keramickým koncem, tak i se zakončením, jehož pouzdro (56) má mezikruží ohraničující příčnou díru (9), v níž spočívá kovový náliček, který je ve styku s koncem (1) keramického tělesa zachyceno v pouzdru (56), s nímž se stýká i mezikruží. Způsob vytvoření kovového zakončení keramické zapalovací svíčky spočívá v tom, že se vytvoří pouzdra (56) s vnitřním povrchem odpovídajícím vnějšímu povrchu konce (1) keramického tělesa, tyto konce (1) se vloží do pouzder (56) a vnitřní povrch pouzdra (56) se chemicky připojí k vnějšímu povrchu každého ramena respektive vloženého konce (1).



CZ 301586 B6

Elektrovodivé spojení keramického elementu s kovovým zakončením, keramická zapalovací svíčka zahrnující takové spojení a způsob zhotovení tohoto spojení

5 Oblast techniky

Keramické materiály se těšily velkému úspěchu jako zapalovací svíčky u pecí vytápěných plynem, ve sporácích a sušárnách prádla. Keramická zapalovací svíčka typicky sestává z keramického elementu se žhavým povrchem, který má tvar vlásenky nebo tvar U, který má dva vodivé koncové díly a jeden vysoce odporový střední díl. Když jsou konce elementu připojené k vodičům pod proudem, roste teplota vysoce odporového středního dílu nebo takzvané „horké zóny“.

15 Dosavadní stav techniky

Poněvadž jsou tyto zapalovací svíčky ohřívány odporově, musí být každý z jejich konců elektricky připojený k vodivému přívodnímu kabelu, typicky k měděnému drátěnému vodiči. Avšak jsou dobře známé problémy spojené s připojením konců elementu keramického žhavého povrchu k vodičům. Jeden společný problém je ten, že keramický materiál a přívodní drát se k sobě nepřipojují dobře. EP 0 486 009 (Miller) zveřejňuje a obrázek 2 v něm představuje jeden běžný systém zapalovací svíčky, u které je na jeden konec vodivému keramického tělesa 92 aplikovaná tvrdá pájka 91 natřením, tvrdá pájka se potom vypálí ve vakuu, na tvrdou pájku se nanese měkká pájka 93 a přívodní drát 95 se připevní k této měkké pájce. Tato měkká pájka se typicky aplikuje pečlivým řízením plamenu o vysoké teplotě (1600 až 1800 °C) na konec tvrdě pájeného keramického ramena, uvedením měkké pájky do styku se žhavým ramenem (což způsobí, že se měkká pájka rozteče) a pak umístěním přívodního drátu do stále kapalné měkké pájky.

Avšak použití měkké pájky, jak je popsáno výše, často způsobuje spoustu problémů pro tuto technologii. Zaprvé je tento postup velmi citlivá a časově náročná operace. Za druhé způsobuje vystavení elementu žhavého povrchu plamenu o vysoké teplotě často prasknutí zapalovací svíčky. Prasknutí může být zaviněno nevhodným spojením koeficientu tepelné roztažnosti (CTE) mezi keramickým elementem žhavého povrchu (CHSE) a buď měkkou pájkou nebo tvrdou pájkou. Může být také způsobený tepelným šokem CHSE. Za třetí, dokonce i když je měkké pájení úspěšné, je povlak výsledné měkké pájky typicky pouze na jedné straně ramena, jak je ukázáno na obrázku 2. Když se přivede na konec drátu nadměrný tlak (což se vyskytuje při operaci cementování často), může se přívodní drát z pojiva vytáhnout. Za čtvrté je známo, že při použití je měkká pájka vysoce citlivá na oxidaci a je tak často příčinou předčasného stárnutí zapalovací svíčky.

Někteří výzkumníci se pokoušeli problémy způsobené měkkou pájkou zvládnout. Například patent US 5 564 618 „Axelson“ zjistil, že nevhodné spojení CTE mezi tvrdou pájkou a měkkou pájkou způsobovalo zlomení během kroku měkkého pájení, a snažil se minimalizovat tvrdou pájku použitím kroku sítotisku. Ačkoliv tento postup eliminoval některá prasknutí během kroku měkkého pájení, zbyly tři další problémy popsané výše. Malé množství tvrdé pájky nutně potřebné pro postup podle Axelsona navíc zajišťovalo podstatně slabší spoj mezi tvrdou pájkou, měkkou pájkou a drátem, což vedlo k hojným selháním během zkoušek odtržení.

U jiného pokusu řešit problém s nevhodným spojením CTE se ramena keramického elementu žhavého povrchu noří do nádrže na tvrdou pájku a pak se vypalují ve vakuu, aby se tvrdá pájka vytvrdila. Ideálně by tato metoda měla poskytnout úplné povlečení, a dokonce po celých 360 stupňů, ramena, takže vytvrzování tvrdé pájky uvádí rameno do požadovaného stlačení. Protože je však procedura máčení nepřesná, je zde typicky rozsáhlá proměnlivost jak v tloušťce povlaku, tak i ploše povlaku, což se projeví v nežádoucím rozložení napětí. Navíc stále zůstávají

tři další problémy způsobované použitím měkké pájky. Nakonec tento postup používá velké množství velmi nákladné tvrdé pájky.

Někteří výzkumníci se pokoušeli eliminovat měkkou pájku ze zakončovacího systému zapalovací svíčky. Například spis VB 2 095 959 zveřejňuje keramický blok, který poskytuje systému element žhavého povrchu—drát mechanickou stabilitu. Do obrobených děr nebo drážek v elementu žhavého povrchu jsou fyzicky umístěny nichromové dráty a tyto dráty jsou mechanicky drženy na místě kovovou krycí vrstvou, která se může buď nastříkat plamenem, nagalvanizovat (tj. pokovit) nebo naglazovat (sklo), nebo potáhnout nichromem nebo stříbrem. K vodícím drátům jsou připevněny koncovky a k vodícím drátům jsou připevněny izolační svorky. Určitý rys u tohoto bloku akceptuje na drátech izolační svorky. Nadbytečnost mechanického podepření včleněného v systému plný keramický blok/rozsáhlá drážka/svorkový systém z VB '959 naznačuje, že tento vynálezce byl velmi znepokojen tím, že by se přírodní dráty přerušily, kdyby byly volné od elementu žhavého povrchu, a způsobily by, že by systém selhal.

Patent US 5 804 092 „Salzer“ poučuje o modulovém keramickém systému zapalovací svíčky, u kterého je keramický element žhavého povrchu uzavřený do objímky, která má v sobě vodivý kontakt. U některých provedení mají tyto objímky kontakty jako pera, které pomáhají držet rameno keramické zapalovací svíčky na místě. U jiných jsou objímky vytvářeny jako trubka. Každý z těchto systémů je však zásuvný systém, který je navržený k tomu, aby se dočasně a tedy snadno od sebe vytáhnul.

Krátce řečeno, použití měkké pájky v systémech keramické zapalovací svíčky způsobovalo množství problémů jak se zpracováním, tak i s činností. Pokusy navrhnout systémy, které měkkou pájku eliminují, vyústily do křehkých nebo provizorních systémů. Existuje tedy nutnost systému keramické zapalovací svíčky, která by měla trvalé elektrické připojení pro keramické elementy žhavého povrchu.

30 Podstata vynálezu

Vynálezci v tomto případě zjistili, že použití kovového vodivého rámu pro trvalé elektrické spojení aktivního kovového ramena CHSE povlečeného tvrdou pájkou s vodícím drátem dovolilo vynálezci eliminovat ze systému měkkou pájku a tím zajistilo oproti zakončením keramických zapalovacích svíček podle stavu techniky jak značné výhody při zpracování i výhody ve výkonu.

S ohledem na výhody zpracování mohou být oba kroky i) připojení vodivého rámu k tvrdé pájce a ii) připojení vodivého rámu k vodivému drátu dost hrubé procesy. Toto dovoluje, aby se tato sestava přizpůsobila pro automatizaci. Jak je poznamenáno výše, zahrnoval konvenční způsob montáže použití měkké pájky a tak byl velmi citlivý na mnoho faktorů, což vyžadovalo lidský dohled.

Pokud jde o znaky výrobku, bylo zjištěno, že stávající vynález má celou spoustu výhod oproti běžné zapalovací svíčce, která vyžadovala styčnou plochu z měkké pájky mezi tvrdou pájkou a vodivým drátem. Zaprvé, byly eliminovány praskliny vyvolané nevhodným spojením CTE, vytvořené během kroku měkkého pájení, čímž se vyrobí pevnější zapalovací svíčka. Za druhé, byly podstatně sníženy nárůsty elektrického měrného odporu za použití, což vedlo k uspokojivé době životnosti zapalovací svíčky, která je více než asi dvakrát větší než životnost běžné zapalovací svíčky obsahující měkkou pájku. Za třetí, když se porovnává s chováním sítotisku, je pevnost v odtržení svíčky zvětšená, protože není přítomné žádné popraskání přivázané měkkou pájkou. Nakonec dovoluje eliminování měkké pájky, aby se zapalovací svíčka užívala za podmínek vysokých teplot přibližně nad 450 °C (jako vrcholy rozsahu a samočisticí pece), což by měkkou pájku ohrožovalo.

- Navíc poskytuje zvláštní geometrie zajištěná vodivým rámem zvláštní výhody oproti jiným projektům kovového zakončení. Zprv, jak je zřejmé z obrázku 1, může vodivý rám zahrnovat pouzdro, do kterého se může snadno vložit rameno CHSE. To dovolu je nejen přesnou a opakovatelnou montáž, ale výsledný nevypálený výrobek je dost trvanlivý a může tak odolávat drsnější manipulaci při výrobě. Za druhé může vodivý rám zahrnovat kruhové mezikruží tvořící v jeho stropu díru, která nejen dovolu je, aby se tvrdá pájka aplikovala po vložení ramena do vodivého rámu (tím přesné umístění nálitku tvrdé pájky bez následného nekontrolovaného rozmazání), ale také slouží jako vedení jak pro přesné regulování umístění tvrdé pájky ve středu keramického ramena (a tak daleko od okrajů, které jsou náchylné k více vadám od obrábění), tak i pro regulaci šíře povrchového pokrytí tvrdou pájkou. Za třetí může vodivý rám zahrnovat na svém zadním konci chlopeň ve tvaru V, ke které může být připojený konec přírodního drátu, a tím dovolu je, aby byl každý přírodní drát kolineární s jemu odpovídajícím ramenem elementu žhavého povrchu, které se tam má umístit (což vede k pevnější montáži, která nebude vystavená napětím spojeným s upínáním zapalovací svíčky pro konečnou montáž). V souladu se stávajícím vynálezem se tedy poskytuje elektrické spojení keramického elementu se žhavým povrchem, který zahrnuje:
- a) elektrovodivé keramické těleso, které má první konec,
 - b) elektrovodivou tvrdou pájku z aktivního kovu dotýkající se alespoň části prvního konce a
 - c) kovové zakončení dotýkající se tvrdé pájky z aktivního kovu, kde kovové zakončení je chemicky vázané k tvrdé pájce z aktivního kovu.

- U výhodného provedení zahrnu je spojení keramického elementu se žhavým povrchem:
- a) elektrovodivé keramické těleso, které má první a druhý konec,
 - b) podložku první elektrovodivé tvrdé pájky z aktivního kovu, která se dotýká alespoň části druhého konce,
 - c) druhou podložku elektrovodivé tvrdé pájky z aktivního kovu, která se dotýká alespoň části druhého konce,
 - d) první kovové zakončení stýkající se s první podložkou tvrdé pájky z aktivního kovu a
 - e) druhé kovové zakončení, které se dotýká druhé podložky tvrdé pájky z aktivního kovu, kde každé kovové zakončení je chemicky vázané ke své odpovídající tvrdé pájce z aktivního kovu.

- V souladu se stávajícím vynálezem je také navržena keramická zapalovací svíčka, která se skládá z:
- a) elektricky vodivého keramického tělesa, které má dva studené konce a odporovou zónu mezi nimi,
 - b) dvojice zakončení, kde každé zakončení zahrnu je pouzdro, které má první konec a druhý konec, u které je každý konec elektrovodivého keramického tělesa trvale podchycený v prvním konci a je elektricky spojený se svým příslušným pouzdrem, u které je každé zakončení kovové a tato zapalovací svíčka dále zahrnu je dvojici kovových podložek, kde se každá kovová podložka dotýká příslušného keramického konce a svého příslušného kovového zakončení, aby poskytla elektrické spojení mezi keramickým koncem a kovovým zakončením, a kde má každé pouzdro mezikruží definující příčnou díru a kde každá kovová podložka leží v podstatě ve své příslušné díře a je ve styku s koncem keramického tělesa umístěného v jejím pouzdru, a kde je každé mezikruží ve styku se svým příslušným keramickým koncem.

V souladu s tímto vynálezem se také poskytuje způsob zhotovení zakončení keramické zapalovací svíčky, který sestává z kroků:

- a) zajištění keramické zapalovací svíčky, která má první konec a druhý konec, kde každý konec má vnější povrch,
- b) zajištění dvojice pouzder, kde každé pouzdro má vnitřní povrch odpovídající v podstatě vnějšímu povrchu prvního a druhého konce,

- c) vložení prvního a druhého konce keramické zapalovací svíčky do dvojice pouzder,
- d) chemické připojení vnitřního povrchu pouzdra k vnějšímu povrchu ramena, které je v něm vloženo.

5

Přehled obrázků na výkresech

- Obrázek 1 je kresba perspektivního pohledu na nesmontované spojení podle stávajícího vynálezu.
- 10 Obrázek 2 je kresba připojovacího systému keramické zapalovací svíčky, která používá měkkou pájku.
- Obrázek 3 je vývojový diagram popisující výhodný automatizovaný systém pro provádění stávajícího vynálezu.
- Obrázek 4 je kresba osového příčného řezu sestavy.
- 15 Obrázek 5 je perspektivní pohled na celkovou montáž z obrázku 4.
- Obrázek 6 je perspektivní pohled na jedno provedení stávajícího vynálezu.
- Obrázek 7 je kresba provedení stávajícího vynálezu s jednou prohlubní.
- Obrázek 8 je kresba provedení stávajícího vynálezu s dvojí prohlubní.
- Obrázek 9 je kresba provedení stávajícího vynálezu s jediným bodem připojení.
- 20 Obrázek 10 je kresba jednoho provedení stávajícího vynálezu, u kterého jsou díra pro tvrdou pájku a příchytka na protějších stranách pouzdra vodivého rámu.

Příklady provedení vynálezu

25

Nyní je s odkazem na obrázek 1 podle jednoho výhodného způsobu zhotovení zapalovací svíčky používá element 3 keramického žhavého povrchu (CHSE), který má dva v podstatě rovnoběžné konce nebo ramena 1 spojená můstkem. Tato ramena 1 jsou zasunuta do prvního konce 88 odpovídajících pouzder 56 vodivého rámu 5. Dále se nejprve uloží do díry 9 v pouzdru 56 vodivého rámu 5 neznázorněná tvrdá pájka a pak se vakuově vypálí, aby vytvořila jak spoj keramika–tvrdá pájka, tak i vodivý rám–tvrdá pájka. Nakonec se jeden konec přívodního drátu 11 umístí na chlopi 13 vodivého rámu 5 ve tvaru V a mechanicky se sevře na místě.

30

U jednoho obzvláště výhodného automatizovaného systému zhotovení zapalovací svíčky podle stávajícího vynálezu se předem stanovený počet keramických zapalovacích svíček klouzávě naplní do přesné lineární trati a vloží se do pouzder 56 odpovídajícího počtu vodivých rámu 5 přichycených k sobě na lisované cívice vodivého rámu 5. Viz obrázek 3. Tato kombinace se pak pohybuje do vydávací stanice tvrdé pájky, jejíž pomocí se tvrdá pájka ukládá do děr 9 ve stropu 55 vodivých rámu 5. Tato konstrukce se pak dá do vysokoteplotní vakuové pece, která tvrdou pájku znovu rozlije a vytvoří jak spoj keramika–tvrdá pájka, tak i spoj vodivý rám–tvrdá pájka. Následně se dá tato montáž do dělicí stanice, ve které se kovové spojnice mezi vodivými rámy 5 na cívice řezou, aby se vyrobila řada nezávislých zapalovacích svíček. Nakonec se na chlopeň 13 vodivého rámu 5 umístí přívodní drát 11 a do chlopně 13 se odporově přivaří.

35

40

Nyní s odkazem na výhodná provedení odhalená na obrázcích 1, 4 a 5 je každé rameno 1 elementu 3 keramického žhavého povrchu drženo trvale na místě uvnitř pouzdra 56 vodivého rámu 5 tvrdou pájkou 7 spočívající uvnitř díry 9 stropu 55 vodivého rámu 5. První konec přívodního drátu 11 je elektricky spojený s horním povrchem části chlopně 13 vodivého rámu 5 a tak je prostředek zásobující elektrickým proudem element 3 žhavého povrchu. Vodivý rám 5 má plochou základnu 51, která má horní povrch 81, který má na jednom konci chlopně 13. Vodivý rám 5 má také boční stěnu 53 a lem 54 vystupující rovnoběžně z ploché základny 51. Strop 55 je připojený k ploché základně 51 boční stěnou 53.

50

Na obrázku 1 tvoří základna 51, boční stěna 53, lem 54 a strop 55 pouzdro 56, jehož axiální příčný řez v podstatě odpovídá axiálnímu příčnému řezu ramena 1 CHSE. Prohlubeň 61 z obrázku 1, která vystupuje dolů od stropu 55, poskytuje prostředek pro vytvoření nehybného uložení s ramenem 1 zapalovací svíčky, když je rameno 1 vloženo do pouzdra 56 ve směru A.

Podle obrázku 4 tvoří základna 51, boční stěna 53 a strop 55 pouzdro 56 a nehybné uložení je tvořené zvolením výšky 84 boční stěny 53 takové, aby byla mírně menší než tloušťka 85 ramena 1 CHSE 3.

Má se za to, že se může stávající vynález úspěšně aplikovat, aby se vytvořila připojení pro jakýkoli obvyklý keramický element 3 žhavého povrchu. Protože se však tento proces může snadno přizpůsobit automatizaci, když má CHSE dvě v podstatě rovnoběžná ramena 1, má tento proces zvláštní výhodu, když se aplikuje na CHSE, které mají ramena 1 rovnoběžná. V některých případech je CHSE rekrystalizovaná keramická zapalovací svíčka z SiC, jako je ta, která je zveřejněná v patentu US 3 875 477 Fredriksona, jejíž přesný popis je zde zahrnutý jako odkaz. U těchto CHSE z SiC jsou vodivé studené konce i odporová zóna vyrobená z téhož materiálu SiC. U jiných provedení je CHSE úplně hutná keramická zapalovací svíčka, která se skládá buď z AlN/SiC/MoSi₂ nebo z Si₃N₄/SiC/MoSi₂, jako je zapalovací svíčka zveřejněná v patentu US 5 045 237 Washburna, jejíž přesný popis je zde zahrnutý jako odkaz. U Washburnových provedení zahrnuje element keramického žhavého povrchu dvojici vodivých nebo také studených konců 71 a 72 a odporovou žhavou zónu 73 mezi nimi, jak je ukázáno na obrázku 6.

Podle výhodných provedení tato žhavá zóna 73 zahrnuje:

- (a) mezi přibližně 50 a asi 70 % objemu elektricky izolujícího materiálu vybraného ze skupiny sestávající z nitridu hliníku, nitridu bóru, nitridu křemíku a jejich směsí,
- (b) mezi přibližně 10 a asi 45 % objemu nějakého polovodivého materiálu vybraného ze skupiny sestávající z karbidu křemíku a karbidu bóru a jejich směsí a
- (c) mezi přibližně 5 a asi 25 % objemu kovového vodiče vybraného ze skupiny sestávající z disilicidu molybdenu, disilicidu wolframu, karbidu wolframu, nitridu titanu a jejich směsí.

U výhodnějších provedení zahrnujících AlN sestává žhavá zóna 73 z prvního odporového materiálu zahrnujícího mezi 50 % objemu a 75 % objemu AlN mezi 13 % objemu a 41,5 % objemu SiC a mezi 8,5 % objemu a 12 % objemu MoSi₂. U výhodnějších provedení zahrnujících Si₃N₄ zahrnuje žhavá zóna 73 první odporový materiál obsahující mezi 50 % objemu a 75 % objemu Si₃N₄ mezi 15 % objemu a 45 % objemu SiC a mezi 10 % objemu a 25 % objemu MoSi₂. U jiných provedení dále žhavá zóna 73 zahrnuje mezi 1 a 10 % objemu oxidu hlinitého, s výhodou podle patentu US 5 514 630, jehož přesný popis je zde zahrnutý odkazem.

Vodivé studené konce 71 a 72 tvoří prostředek pro elektrické připojení CHSE k vodivému rámu 5 a drátěným vodičům. S výhodou jsou také složené z AlN, SiC a MoSi₂, ale mají značně vyšší procentuální obsah vodivých a polovodivých materiálů (t.j. SiC a MoSi₂), než mají výhodné kompozice žhavé zóny 73. Podle toho mají typicky mnohem menší měrný odpor než žhavá zóna 73 a neohřívají se na teploty, které prodělává žhavá zóna 73. S výhodou se skládají ze

- a) od 20 do 65 obj. % keramického materiálu vybraného ze skupiny sestávající z nitridu hliníku, nitridu křemíku a nitridu bóru a jejich směsí a
- b) přibližně od 35 do 80 obj. % MoSi₂ a SiC v objemovém poměru od přibližně 1:1 do přibližně 1:3.

Výhodněji zahrnují vodivé konce kolem 60 obj. % AlN, 20 obj. % SiC a 20 obj. % MoSi₂. U výhodných provedení jsou rozměry vodivých konců 9 a 13 0,05 cm (šířka) x 4,2 cm (hloubka) x 0,1 cm (tloušťka). Typicky mají vodivé studené konce 71, 72 měrný odpor za teploty místnosti ne více než 1 ohm.cm, s výhodou ne více než 0,1 ohm.cm.

Při provádění tohoto vynálezu předpokládali stávající vynálezci elektrické připojení elementu 3 žhavého povrchu k vodivému pouzdru 56 v řadě odlišných způsobů. Jedna metoda se týkala reakčního spojování kovu tavitelného při vysoké teplotě, při které bylo rameno porézního rekrystalizovaného CHSE z SiC naříznuto, do tohoto zářezu byl vložen pruh wolframu a k wolframu byl odporově přivařený přívodní drát. Bylo však zjištěno, že výsledný produkt trpěl nepříznivou oxidací. Druhý postup zahrnoval pro připojení příchytky zhotovené buď z nerezové oceli, slitiny BeCu nebo ze slitiny Ni/Fe k ramenu zapalovací svíčky z porézního rekrystalizovaného SiC použití tvrdé pájky z aktivního kovu. Bylo však zjištěno, že pevnost při vytahování výsledných zapalovacích svíček byla mimořádně nízká. Podle toho tedy stávající vynález konstatoval, že jednoduché provedení připevnění přívodního drátu k CHSE bez měkké pájky není banální výkon, dokonce ani tehdy, když se použije tvrdá pájka z aktivního kovu.

Kovová tvrdá pájka musí být nejen elektricky vodivá, musí být také kompatibilní jak s CHSE, tak i s vodivým rámem. To znamená, že musí být způsobila spojit se s keramickým materiálem i s vodivým rámem, aby zajistila jak mechanickou integritu, tak i elektrické vedení, a musí mít CTE, který je kompatibilní také s oběma. Protože však jak vodivý rám, tak i tvrdá pájka jsou typické kovy, je vhodnost tvrdé pájky určená vhodností tvrdá pájka–keramické pojivo. Obecně je kompozice tvrdé pájky jakákoli běžná kompozice tvrdé pájky, která tvoří elektrické spojení s rameny CHSE. U některých výhodných provedení musí mít tvrdá pájka CTE, který je asi kolem 25 % CTE keramického materiálu.

Aby se získal výhodný požadovaný vysoký stupeň přilnutí ke keramickému materiálu, obsahuje tvrdá pájka typicky nějaký aktivní kov, který může smáčet a reagovat s keramickými materiály a poskytnout tak chemicky pojené přilnutí k těmto materiálům díky plnivovým kovům obsaženým v této tvrdé pájce. Aniž by bylo žádoucí, aby to bylo považováno za nějakou teorii, má se za to, že tvrdá pájka s aktivním kovem také chemicky reaguje s kovy v kovovém vodivém rámu a vytváří chemickou vazbu také mezi nimi. Výhodné tvrdé pájky s aktivním kovem jsou zveřejněné v patentu US 5 564618, jehož popis je zde zahrnutý jako odkaz. Příklady specifických aktivních kovů zahrnují titan, zirkon, niob, nikl, palladium a zlato. S výhodou je aktivní kov titan nebo zirkon, výhodněji titan. Navíc k aktivnímu kovu tato tvrdá pájka také zahrnuje jeden nebo více plnivových kovů jako stříbro, měď, indium, cín, zinek, olovo, kadmium a síru. S výhodou se používá některá směs plnivových kovů. Nejvýhodněji bude tvrdá pájka obsahovat jako aktivní kov titan a směs stříbra a mědi jako plnivové kovy. Obecně bude tvrdá pájka obsahovat mezi asi 0,1 a 5 hmotnostními procenty (wt %) aktivního kovu a mezi 95 a 99,9 % hmotnostní plnivových kovů. Některé vhodné tvrdé pájky jsou komerčně dostupné pod obchodním názvem Lucanex u Lucas Milhaupt, Inc., Cudahy, Wis., a Cusil and Cusin of Wesgo, Inc., Belmont, Cal. Jako výhodné provedení je tvrdá pájka Wesgo Cusin-1-ABA dostupná u Wesgo, Inc. v Belmont, CA. Charakteristické tvrdé pájky, u kterých je zjištěno, že jsou obzvláště užitečné u tohoto vynálezu, zahrnují Lucanex 721 a Cusil Braze, z nichž každá obsahuje kolem 70,5 % hmotnosti stříbra, kolem 27,5 % hmotnosti mědi a kolem 2 % hmotnosti titanu.

Při znovunatavení tvrdé pájky poté, co byla uložena na povrchu CHSE, musí být věnována péče vhodné regulaci profilu tvrdého pájení čas–teplota. Nesprávný profil může způsobit, že tvrdá pájka poteče nevhodně a tím způsobí u zapalovací svíčky elektrickou poruchu. U některých provedení se tvrdá pájka znovu natavuje mezi přibližně 805 °C a 850 °C a době ohřevu přibližně mezi 0 minut a 10 až 30 minutami (v závislosti na čase, který je potřeba, aby tepelné množství dosáhlo ustáleného stavu) ve vakuu ne více než 10^{-6} torr ($1,3 \times 10^{-4}$ Pa), a ochlazuje se rychlostí mezi 2 °C/minutu a 20 °C/minutu. Ačkoliv jsou výhodné mírnější rychlosti ochlazování, nejsou mimořádně kritické. S výhodou jsou doba ohřevu a teploty stanovené při dolních hranicích těchto rozsahů zmíněných výše. Důležité je také množství tvrdé pájky. Když se použije nedostatečné množství tvrdé pájky, pak může být ohrožena mechanická i elektrická integrita spoju. Když se použije přebytečná tvrdá pájka, pak je zde nebezpečí, že nevhodné spojení CTE tvrdá pájka–keramický materiál bude způsobovat během kroku vytvrzování tvrdé pájky v oblasti ležící pod tvrdou pájkou praskliny. Vhodné množství tvrdé pájky může být typicky stanoveno standardními technikami rozboru konečného elementu.

Navíc bylo zjištěno, že bylo také velmi důležité středění tvrdé pájky 7 mezi rovnoběžnými okraji 82 a 83 ramena 1, jak je ukázáno na obrázku 6. Když je tvrdá pájka 7 nanesena blíže jednomu okraji ramena 1, nejsou výsledná napětí rozdělena rovnoměrně a lze vidět ostrá napěťová maxima. Navíc jsou okraje 82, 83 ramena 1 často přirozenějším zdrojem trhlinek od obrábění než docela rovné povrchy ramena 1. Podle toho se u některých výhodných provedení střední tvrdá pájka 7 mezi rovnoběžné okraje 82, 83 ramena 1, aby se zmenšila možnost poškození.

Při aplikování tvrdé pájky bylo zjištěno, že procesu metalizace bylo dlouho bráněno, když byla hustota keramického elementu žhavého povrchu kolem 85 %. Na rozdíl od toho, když zapalovací svíčka v podstatě neměla žádnou otevřenou porozitu, to jest byla hustá více než asi 95 %, bylo trvání metalizačního kroku komerčně přijatelné. Podle toho pak nemá podle některých výhodných provedení způsobu keramická zapalovací svíčka v podstatě žádnou otevřenou porozitu.

Obecně může geometrie omezení mít jakýkoli tvar, jako je plochý povrch, tvar U nebo trubka. U některých výhodných provedení zahrnuje toto omezení tvar objímky respektive pouzdra. U některých provedení, jako na obrázku 4, může mít boční stěna 53 pouzdra výšku 84, která je nepatrně menší, než je tloušťka 85 ramena 1, takže po vložení ramena 1 drží pouzdro rameno 1 těsně v uložení s přesahem a poskytuje tak výhody pro zakončení, která má jednoduše plochý povrch. Alternativně může mít pouzdro 56 prohlubně 61 jako na obrázku 1 nebo příchytky 65 jako na obrázku 10, které využívají přesahová uložení, aby držely rameno 1 na místě.

U jednoho jednoduchého provedení pouzdra, u kterého je toto pouzdro prstencová trubka, která nemá žádné vnitřní díry, vyžaduje připevnění přívodního drátu typicky pečlivě a časově náročné mechanické sevření přívodního drátu do trubky. Navíc se u tohoto provedení musí nejprve nanést na ramena keramické zapalovací svíčky před jejich vložení do trubky povlak nevypálené tvrdé pájky. Během vkládání se často tato tvrdá pájka rozetře po ramenu a často dosáhne až k problematickým okrajům ramena.

Naproti tomu u provedení vodivého rámu podle stávajícího vynálezu poskytuje část chlopně 13 vodivého rámu 5 snadno přístupný plochý povrch, na kterém se vytvoří elektrické připojení, čímž se eliminuje nutnost mechanického sevření. Navíc dovoluje znak vodivého rámu 1, jímž je příčná díra 9, regulované uložení tvrdé pájky 7, potom co se rameno 1 zasune do pouzdra 56, a tím se vyloučí rozmazání. U výhodných provedení má tedy každé pouzdro 56 skrz sebe příčnou díru 9 a krok chemického pojení se provádí kroky:

- i) uložení tvrdé pájky 7 z aktivního kovu do díry 9 po vložení ramena 1 a
- ii) znovunatavení této tvrdé pájky 7.

Nakonec, nyní s odkazem na obrázek 1, napomáhá zajištění každého ramena 1 v jeho pouzdra 56 prohlubeň 61. U speciálně výhodných provedení je tedy zakončení vodivý rám 5, jehož pouzdro 56 má příčnou díru 9, jehož strop 55 má prohlubeň 61 nebo příchytku 65, která z něho vystupuje, a část chlopně 13, která vystupuje z druhého konce pouzdra 56.

Vodivý rám 5 potřebuje, aby byl elektricky vodivý, aby vedl proud od přívodního drátu 11 k tvrdé pájce 7. Nepotřebuje však, aby měl obzvláště velkou odolnost proti oxidaci za vysoké teploty, a tak se typicky vyrábí z kovu. Podle některých výhodných provedení zahrnuje zakončení kovového vodivého rámu 5 materiál odolný proti oxidaci, vybraný ze skupiny sestávající z kompozic na bázi niklu obsahujících alespoň 85 % niklu, s výhodou alespoň 95 % niklu, slitiny Ni-Cr, stříbro, zlato a platinu. U některých provedení v podstatě sestává z materiálu odolného proti oxidaci, který nebude schopný přijímat vlhkost při typických pracovních teplotách mezi přibližně 600 °C a 800 °C. Tento materiál by měl mít teplotu tavení alespoň 485 °C, s výhodou alespoň 600 °C. Typicky má CTE, který je kompatibilní s CTE tvrdé pájky 7. Podle jednoho provedení je kovové zakončení vyrobené ze slitiny Alloy 42, tedy slitiny nikl-železo dostupné u Heyco Metals Inc. v Reading, PA. U některých provedení zahrnuje vodivý rám 5 podkladní

spodní vrstvu vyrobenou z relativně nenákladného kovu, jako je měď nebo slitina na bázi mědi, a horní povlak z nákladnějšího materiálu odolnějšího vůči oxidaci, jako jsou materiály uvedené výše. Typicky zde není žádný vztah ke kompatibilitě těchto materiálů kovového zakončení a tvrdým pájkám z aktivního kovu.

5

U některých provedení má CHSE mezi svými rameny 1 vložku, jak je zveřejněno v patentu US 5 786 565, jehož popis je zde zahrnutý odkazem. U těchto provedení, která mají tento typ zapalovací svíčky, je obzvláště výhodné, že pouzdro 56 vodivého rámu 5 sestává v podstatě ze tří stěn jako na obrázku 5, to jest, nemá v podstatě žádný lem, který by překážel snadnému vkládání

10

tohoto typu zapalovací svíčky. U některých provedení se zapalovací svíčka podle tohoto vynálezu používá jako vyměnitelný typ zapalovací svíčky, jako jsou ty, které jsou zveřejněné ve výše pojednávaném Salzerově patentu. U těchto provedení je jeden konec kolíku vyrobeného z vysokoteplotního kovu, který má teplotu tavení alespoň 600 °C (jako Ni-Cr) připevněný ke chlopni jako přírodní drát. Druhý konec kolíku se pak použije jako samčí konektor pro zástrčné spojení.

15

Kvůli kritické roli, kterou hraje při zajištění jak mechanického, tak i elektrického připojení tvrdá pájka, se mělo z počátku za to, že zajištění co možná největšího povlaku tvrdé pájky by vytvořilo lepší zapalovací svíčku. Současně bylo pozorováno, že jediný návrh prohlubně podle obrázku 7 nevyhnutelně tlačil povlak tvrdé pájky 7 v podstatě do oblast díry 9. Podle toho byl strop 55 vodivého rámu 5 obměněn tak, aby zahrnoval dvě stykové prohlubně 61 a díru 9 pro tvrdou pájku 7 mezi nimi. Tato modifikace je ukázaná na obrázku 8. Protože díra 9 pro tvrdou pájku 7 podle obrázku 8 je nyní umístěná mezi dvěma stykovými prohlubněmi 61, je nezbytně zvednutá od

20

25

30

povrchu ramena 1 zapalovací svíčky a tím dovoluje, aby se tvrdá pájka 7 během znovurozetečení volně rozprostřela a nanejvýš zvětšila své pokrytí ramena 1. Proto se u některých provedení nestýká mezikruží, které definuje díru 9 pro tvrdou pájku 7, s keramickým ramenem 1. V tomto případě má strop 55 vodivého rámu 5 dvě prohlubně 61 a jednu díru 9 pro tvrdou pájku 7 umístěnou mezi nimi, čímž se zvedne mezikruží díry 9 pro tvrdou pájku 7 od ramena 1 a dovolí přirozené rozšíření tvrdé pájky 7 během znovurozetečení.

35

40

Navíc, pokud se lem 54 odstraní, takže pouzdro 56 má jen základnu 51, boční stěnu 53 a strop 55, může být rameno 1 zapalovací svíčky orientováno kolmo k boční stěně 53 a vloženo také do pouzdra 56, čímž vytvoří uložení, jaké je ukázáno na obrázku 6. Tento způsob vkládání má zvláštní výhodu, když má rameno 1 zapalovací svíčky nepravidelný tvar, který činí jeho vložení

45

do pouzdra 56 paralelně s boční stěnou 53 obtížné. V tomto případě definují rovnoběžné okraje 82 a 83 každého ramena 1 středovou osu a rameno 1 je umístěné v pouzdru 56, takže středová osa je kolmá k boční stěně 53. Vodivý rám 5 podle tohoto provedení má dále chlopeň 13, která vystupuje od boční stěny 53 a tak vyrovnává chlopeň 13 se středovou osou ramena 1. Toto rameno 1 je drženo na místě přesahovým uložením, při kterém působí také strop 55 jako dvousměrná svorka táhnoucí se nejprve pryč od ramena 1 a základny 51 a pak k ramenu 1 a základně 51, aby se stýkala s ramenem 1.

50

55

Naproti tomu definují podle obrázku 1 rovnoběžné okraje každého ramena 1 středovou osu a rameno 1 je umístěné v pouzdru 56 tak, že tato středová osa je rovnoběžná s boční stěnou 53.

S výhodou jsou rameno 1 zapalovací svíčky a pouzdro 56 dimenzované tak, že rameno 1 je uložené s přesahem, když je vloženo do pouzdra 56. Tento přesah je výhodný, protože toto uložení poskytuje předběžně tvrdé pájené sestavě stabilitu. Tohoto uložení s přesahem se s výhodou dosáhne alespoň jedním ze tří prostředků. U prvního prostředku se přesahu v podstatě dosáhne boční stěnou 53 o menším rozměru jako na obrázku 4. To jest, výška 84 boční stěny 53 je menší než tloušťka 85 ramena 1, takže během vkládání ramena 1 do pouzdra 56 je rameno 1 jak ve styku se stropem 55, tak i se základnou 51, které se ohýbají, aby se dostaly vůči sobě do nepatrného úhlu před tím, než se dotkne boční stěny 53. U druhého prostředku je přesah vytvořený prohlubní 61 jako na obrázku 1. U tohoto provedení překračuje výška 84 boční stěny 53 tloušťku

ramena 1 a buď strop 55 nebo základna 51 má buď vnitřní prohlubeň, která směřuje od této lícové strany k protilehlému ramenu 1, aby vytvořila světlou výšku, která je menší než tloušťka zapalovací svíčky. Když je tedy rameno 1 zapalovací svíčky vloženo do pouzdra 56, stýká se s prohlubní 61 a s protější stěnou a vytváří přesahové uložení. U třetího prostředku je přesah
 5 zajištěný jednosměrnou svorkou jako na obrázku 10. U tohoto provedení překračuje výška 84 boční stěny 53 tloušťku ramena 1 a buď strop 55 nebo základna 51 má buď nějakou vnější příchytку 65, která vystupuje od tohoto lícového povrchu k protějšímu ramenu 1, aby vytvořila světlou výšku strop–základna, která je menší než tloušťka zapalovací svíčky. Když se tedy rameno 1 zapalovací svíčky vloží do pouzdra 56, je ve styku s příchytку 65 a s protější stěnou a
 10 vytváří uložení s přesahem. Jako jedna obměna provedení příchytку se může použít dvojsměrná svorka, která má první část 86, která směřuje pryč od protější lícové plochy, a pak druhou část 87, která směřuje zpátky k protější lícové ploše, jako na obrázku 6.

Výše pojednaný vodivý rám 5 podle obrázku 8 má dva rozlišující znaky. První, jeho strop 55 má
 15 dvě prohlubně 61. Když se zasouvá do vodivého rámu 5 vhodně dimenzovaná zapalovací svíčka, vytváří znak dvojí prohlubně 61 se zapalovací svíčkou uložení s přesahem a tak ji drží na místě. Druhý, strop 55 má také díru 9, kterou se může bez obtíží aplikovat tvrdá pájka 7. Ačkoliv tyto dva znaky poskytují značný užitek, vytýčili si stávající vynálezci tuto konstrukci zlepšit a na počátku identifikovat tři oblasti zájmu, a to mechanická napětí vytvářená přesahovým uložení
 20 používaným k zajištění keramického ramena 1 ve vodivém rámu 5, tepelná napětí vytvářená činností tvrdé pájky 7 a tahová napětí v sestavené části díky užívání při činnosti. Stávající vynálezci pak analyzovali každou z těchto tří napětíových situací zapalovací svíčky ukázané v podstatě na obrázku 8 za pomoci analýzy konečného prvku (FEA).

Pokud jde o mechanická napětí vytvářená uložení s přesahem, bylo zjištěno, že přesah bude
 25 vyvolávat neškodná tlaková mechanická napětí uvnitř keramického materiálu nad aktuální oblastí styku s keramickým materiálem, ale bude také vyvolávat nějaká škodlivá tahová napětí v bezprostřední oblasti obklopující oblast styku. Avšak aktuální velikost těchto tahových napětí není moc značná. Použití uložení s přesahem jako takového tedy nebude automaticky u těchto konstrukcí
 30 vodivého rámu vytvářet významná napětí.

Bylo zjištěno, že napětí související s tvrdým pájením jsou nejvýznamnější napětí kteréhokoli
 aspektu těchto zapalovacích svíček obsahujících vodivý rám 5. Kroky znovunatavení tvrdé pájky přibližně při 850 °C a následného nechání ji ochladit na teplotu místnosti vytvářejí značná tepelná
 35 napětí v patě tvrdé pájky a tahová napětí po jejím obvodu. Tato napětí jsou řádově kolem 200 MPa. Bylo zjištěno, že napětí vyvolávaná tvrdým pájením na keramické rameno a na styčnou plochu keramického materiálu a tvrdé pájky, jsou méně významná. Tvrdá pájka samotná byla tedy identifikována jako znak zapalovací svíčky nejcitlivější na poškození související s tvrdým pájením.

Následná analýza vedla k závěru, že prosté nahrazení odlišných keramických materiálů nebo
 materiálů vodivého rámu by nevedlo k patrným změnám ve velikosti napětí ovlivňujících tvrdou pájku. Změnou znaků této tvrdé pájky by se mohlo spíše realizovat jen vhodné zvládnutí těchto
 40 napětí. Zejména byla zjištěno, že nejdůležitější faktory těchto znaků jsou:

- 45 a) regulace povlaku plošného povrchu tvrdé pájky,
- b) typ tvrdé pájky a
- c) koeficient tepelné roztažnosti tvrdé pájky.

Analýza dokončeného elementu konstrukce s dvojí prohlubní překvapivě stanovila, že možnost
 50 změny existuje v množství tvrdé pájky, která pokrývá povrch ramena. Rozloha povlaku tvrdé pájky ovlivňuje elektrický odpor zapalovací svíčky, napětí přenášená na keramickou zapalovací svíčku a pevnost tvrdé pájky, aby odolala napětím z tvrdého pájení. Když je tedy příliš malý povlak ramena, elektrické připojení je ohrožené a tvrdá pájka je oslabená. Obráceně, když je tvr-

dé pájky příliš mnoho, budou napětí poškozovat integritu zapalovací svíčky. Proto tedy existuje potřeba regulovat množství tvrdé pájky, která se používá, přesně.

5 Ve světle této potřeby přesného umístění tvrdé pájky zkoumali stávající vynálezci umístění znovunatavené pájky u zapalovací svíčky s dvojitou prohlubní podle obrázku 8 a zjistili, že po novém roztavení tvrdé pájky byla poloha tvrdé pájky mimořádně proměnlivá. Vzhledem k nutnosti přesně regulovat plochu a umístění tvrdé pájky bylo znovu zváženo umístění díry pro tvrdou pájku. Stávající vynálezci si všimli, že u vodivého rámu typu s dvojitou prohlubní byla díra zvednuta nad povrch zapalovací svíčky a uvažovali, že prostor mezi dnem díry 9 a ramenem 1
10 dovoloval tvrdé pájce téci nekontrolovaně.

Podle toho vynálezci znovu zvažovali konstrukci s jedinou prohlubní 61 podle obrázku 7. Když se tvrdá pájka 7 znovu roztéká u konstrukce s jedinou prohlubní 61, drží, na rozdíl od konstrukce s dvojitou prohlubní 61, styk mezi keramickým ramenem 1 a mezikružím definující díru 9 pro tvrdou pájku 7 tuto tvrdou pájku 7 v přesně požadované oblasti a tak je vyloučena proměnlivost
15 v umístění tvrdé pájky 7. Podle toho je u některých výhodných provedení mezikružím definující díru 9 pro tvrdou pájku 7 ve styku s keramickým ramenem 1.

Analýza konečného elementu konstrukce s dvojitou prohlubní dále odhalila, že typická operace tvrdého pájení vytvářela v tvrdé pájce zbytkovou deformaci kolem 15 až 20 %, což je značné. Jak je
20 poznamenáno výše, zvětšení plochy tvrdé pájky by tuto hodnotu zmenšilo, ale také by zvýšilo napětí na zapalovací svíčke. Ve světle této změny bylo rozhodnuto, že by bylo přijatelnější použití tvrdé pájky se zvýšeným deformačním napětím. U výhodných provedení stávajícího vynálezu má tedy tvrdá pájka zbytkovou deformaci alespoň 22 % a výhodněji alespoň 25 %.

Ačkoliv se napětí, které tvrdá pájka prodělává, jeví jako nejdůležitější východisko u operace tvrdého pájení, existuje nicméně nějaké napětí vytvářené v zapalovací svíčke během tvrdého pájení, zejména v oblasti keramického materiálu (řádově v mikrometrech), který sousedí s okrajem kraje tvrdé pájky. CTE tvrdé pájky a keramického materiálu se při tomto vyhodnocení lišily asi o
30 50 %, to jest nižší hodnota byla polovina hodnoty vyšší. Protože se může zbytkové napětí v této oblasti zmenšit u některých provedení dalším zmenšením nevhodného spojení CTE, je nevhodné spojení CTE mezi tvrdou pájkou a keramickým materiálem méně než 25 % v teplotním rozsahu 22 až 850 °C.

Pokud jde o napětí během funkce konstrukce s dvojitou prohlubní, bylo hlavní starostí, že by nevhodná spojení CTE mezi keramickým ramenem, tvrdou pájkou, materiálem vodivého rámu a zapouzdřeným materiálem vytvářela vysoká napětí. Analýza konečného elementu ukázala, že hlavní napětí, která z něho vyplývají, by sídlila v keramickém materiálu, ale nebyla by velmi značná, a tak byla pravděpodobnost přežití odhadnuta přibližně na 100 %. Nicméně se má za to,
40 že by se tato napětí mohla dále snížit, kdyby se nevhodné spojení CTE mezi keramickým ramenem a materiálem tvrdé pájky dále zmenšilo. U některých provedení je proto nepřiměřenost CTE mezi keramickým ramenem a tvrdou pájkou menší než 25 % v teplotním rozsahu 22 až 850 °C.

Ačkoliv použití díry pro tvrdou pájku u konstrukce s jedinou prohlubní poskytuje zkušenému
45 řemeslníkovi běžný prostředek pro přesné umístění tvrdé pájky, obsahuje nicméně omezení. Zejména pokud se tvrdá pájka ukládá přes díru pro tvrdou pájku konstrukce s jednou svorkou podle obrázku 7 (která reguluje oblast rozšíření), objevuje se elektrické spojení mezi tvrdou pájkou a vodivým rámem pouze po okraji tvrdé pájky. Tento okraj je velmi tenký. Protože elektřina musí procházet přes tuto tenkou oblast, má tato oblast vysoký elektrický odpor. Proto vyžaduje
50 tato konstrukce použití relativně velkého množství tvrdé pájky, aby se snížil odpor této oblasti. Protože však velké množství tvrdé pájky může způsobit problémy s napětím souvisejícím s CTE, existuje zde současné přání, množství použité tvrdé pájky minimalizovat. Nezbytnost elektrického vedení přes tenký okraj tvrdé pájky tak představuje problém.

U některých provedení, jak je ukázáno na obrázku 9, se tedy vodivý rám 5 a rameno 1 zapalovací svíčky uvedou do elektrického spojení přes rozsáhlou povrchovou oblast lícové plochy tvrdé pájky 7 a to se provede za použití toho, co se nazývá jednobodový styk. Tento jednobodový styk se vytvoří spojením tvrdé pájky 7 ve tvaru polokoule s tuhou příchytou 65 na vodivém rámu 5. Protože elektrické spojení vychází z příchytky 65 v podstatě přes celou polokouli tvrdé pájky 7, je tvrdá pájka 7 elektricky účinnější, a tak stačí použít méně tvrdé pájky 7. Proto má jednobodová konstrukce výhodu minimalizování množství tvrdé pájky 7 nutné pro zajištění přijatelného elektrického odporu u spoje tvrdé pájky 7. U této konstrukce se rameno 1 zasune jak za první konec 88, tak i za druhý konec 89 pouzdra 56 vodivého rámu 5.

Jednobodová konstrukce z obrázku 9 se může dále zlepšit použitím příchytky, která má plochou styčnou čelní plochu 66, jak je ukázáno na obrázku 10. Tato plochá styčná čelní plocha 66 má účinek dalšího zploštění tvrdé pájky 7 a tím zmenšení odporu tvrdé pájky 7 a počítání dokonce s účinnějším využitím tvrdé pájky 7.

I když konstrukce vodivého rámu 5 s jednobodovým stykem podle obrázku 9 poskytovala oproti provedení s jednou a dvojitou prohlubní 61 mnoho výhod, stále ještě měla znaky, které mohly způsobovat u typických aplikací zapalovací svíčky problémy. Stávající vynálezci si tak vytyčili, tyto problémy eliminovat a vytvořili zlepšenou konstrukci vodivého rámu 5 ukázanou na obrázku 10. Tyto nové znaky zlepšené zapalovací svíčky budou pojednány nyní.

Navzdory zlepšené jednobodové konstrukci podle obrázku 9 stávající vynálezci zjistili, že během používání problémy s elektrickou integritou stále zůstávají, a vyslovili hypotézu, že tyto problémy byly způsobeny díky mechanické integritě spoje příchytka–tvrdá pájka–rameno. Nejprve si stávající vynálezci všimli, že pro každou z konstrukcí podle obrázků 1,7–9 je roznětka nakonec úplně uložena v pojivu (ukázaném na obrázku 9 jako C). Stávající vynálezci pak vyslovili hypotézu, že když se zapalovací svíčka ohřívá, aby se postarala o teploty, způsobí vysoký CTE rozpínajícího se pojiva umístěného mezi příchytou a keramickým ramenem občas to, že se příchytka oddělí od tvrdé pájky a takovýmto procesem způsobí přerušení elektrického spojení v místě tvrdé pájky.

Navíc bylo zjištěno, že přechodový odpor jednobodových provedení byl nepříjemně 2 až 4 krát vyšší než tento odpor u konstrukce s jednou prohlubní 61 podle obrázku 1, která použila pro regulaci plochy tvrdé pájky 7 díru 9 pro tvrdou pájku 7. Aniž by bylo žádoucí, aby to bylo považováno za nějakou teorii, má se za to, že pružné stykové provedení se více spoléhá na vodivost povrchového styku než provedení s dírou 9, a tak je vodivost tohoto spoje závislejší na vodivosti materiálu vodivého rámu 5, a je proto náchylná na oxidaci vodivého rámu 5.

Elektrické spojení mezi elementem žhavého povrchu a vodivým rámem 5 je tedy nejvýhodnější zhotovené umístěním tvrdé pájky 7 v díře 9 vodivého rámu 5. U výhodného provedení, jak je ukázáno na obrázku 10, je tvrdá pájka 7 umístěna daleko od příchytky 65, s výhodou v příčné díře 8 v základně 51 protilehlé ke stropu 55, u kterého se mezikružší vodivého rámu 5 styká s keramickým ramenem 1. U tohoto provedení se nemůže pojivo dostat v blízkosti tvrdé pájky 7 mezi vodivý rám 5 a keramické rameno 1. Dokonce i když pojivo s vysokým CTE odtahuje za provozu protilehlou příchytku 65 pryč od ramena 1 zapalovací svíčky, není tak u tohoto provedení kritické spojení vodivý rám–tvrdá pájka–rameno nepříznivě ovlivňováno takovým rozpojením a elektrická integrita tvrdé pájky 7 je zajištěna.

Podle konstrukce z obrázku 10 zajišťuje příchytka 65, která má kontakt s rovnou plochou povrchu, větší mechanickou stabilitu během manipulace před tvrdým pájením.

Další problém u konstrukcí s jednou prohlubní 61, dvěma prohlubněmi 61 a jednobodovým stykem se týká použití vnitřní stěny nebo lemu 54 u každého vodivého rámu 5. Jak je poznamenáno výše, napomáhají tyto lemy 54 zachovat stabilitu sestavy během manipulace před tvrdým pájením a zajišťují, že ramena 1 zapalovací svíčky zůstávají přímá. Když se však vodivá pouzdra 56

uloží na místě přes konec každého ramena 1 zapalovací svíčky typu vlásenky, jsou vnitřní stěny vodivého rámu 5 obrácené k sobě a dostanou se velmi těsně k sobě. Protože je vzdálenost bez rámu od ramena k ramenu už typicky velmi malá (jen kolem 37/1000 palce (0,94 mm)) a každá vnitřní stěna vodivého rámu 5 má značnou tloušťku (kolem 10/1000 palce (0,25 mm)), snižuje
 5 přítomnost vnitřních stěn značně účinnou vzdálenost mezi rameny 1 asi o 50 % a tím značně vzrůstá nebezpečí vyvolání zkratu stykem od stěny ke stěně. Toto nebezpečí je obzvlášť problematické, protože ramena 1 konstrukcí zapalovacích svíček ve formě vlásenky jsou známa tím, že mají schopnost se poněkud ohýbat. Ve skutečnosti byly při počátečním zkoušení konstrukce ukázané v podstatě na obrázku 1 zapalovací svíčky postihovány při některých testovacích situacích
 10 při vysokém napětí zkratem.

Navíc představuje lem 54 zapalovací svíčky podle obrázku 1 určitou dodatečnou vadu konstrukce. Ačkoliv má geometrii vlásenky mnoho keramických zapalovacích svíček, jiné keramické zapalovací svíčky, jako jsou ty, které jsou popsány v patentu US 5 786 565, obsahují mezi svými
 15 rameny pevnou vložku. Ačkoliv může tato vložka poskytnout pro zapalovací svíčku přídavné podepření, představuje překážku pro snadné vkládání ramen zapalovací svíčky do vodivých rámu ve směru A.

Nakonec se mělo za to, že přítomnost těchto lemů překážela rozlivu přebytečného pojiva použitého pro zavaření zapalovací svíčky.
 20

U výhodného provedení, jak je ukázáno na obrázcích 5 a 10, je tedy tento vnitřní lem 54 každého vodivého rámu 5 odstraněn a tak je vytvořen vodivý rám 5, který má jen tři stěny. Tato konstrukce bez lemu 54 podle obrázků 5 a 10 zachovává účinný odstup mezi vodivými keramickými
 25 rameny 1, tím eliminuje zvýšené riziko zkratu a pamatuje na snadné vkládání keramických zapalovacích svíček ve formě vlásenky, které mají mezi svými keramickými rameny 1 umístěné vložky.

Dalším problémem s konstrukcemi s jednou prohlubní 61a se dvěma prohlubněmi 61 podle obrázků 1, 7 až 9 se týká použití jejich kruhových děr 9 pro tvrdou pájku 7. Kruhová díra 9 má výhody největšího zvětšení účinnosti schopnosti tvrdé pájky vytvořit dobré elektrické spojení a typického zajištění stejnoměrných napětí po jejich okrajích. Avšak v případech, kdy se požadují relativně velké stykové oblasti tvrdé pájky 7, přinese neustálé zvětšování kruhu okraje tvrdé pájky k okrajové oblasti ramena 1 zapalovací svíčky. Protože je známo, že okraj 82, 83 ramena 1 obsahuje relativně vysokou četnost trhlin od strojního obrábění, je tato expanze tvrdé pájky 7 do
 35 okrajové oblasti nežádoucí.

Podle jednoho výhodného provedení ukázaného na obrázku 5 je tedy díra 9 pro tvrdou pájku 7 protáhlá ve směru ramena 1. To má výhodu zvětšení povlaku povrchu tvrdou pájkou 7 bez toho, že by se dostala příliš těsně k problematickým bočním okrajům 82, 83 ramena 1. U některých provedení je tedy pokrytí tvrdou pájkou 7 charakterizované nerovnoosým nálitkem, který má poměr stran alespoň 1,5:1, jehož hlavní osa probíhá společně s délkou ramena 1. S výhodou je takový tvar ovál.
 40

Další problém u konstrukce s jednou přichytkou 65 podle obrázku 1 se týká použití chlopně 13 ve tvaru V. Jak bylo zmíněno výše, umístí se přírodní drát v korytu chlopně 13 ve tvaru V a pak se boční stěny koryta mechanicky zmáčknou k sobě a tím se vytvoří mechanicky spolehlivé spojení mezi vodivým rámem 5 a přírodním drátem 11. Bylo však zjištěno, že síla tohoto montážního kroku byla tak značná, že často vedla k lomu zapalovací svíčky a/nebo zateklé tvrdé pájky. Navíc
 50 bylo zjištěno, že spolehlivost tohoto mechanického spoje byla náchylná na proměnlivost a tím vedla k nežádoucí proměnlivosti elektrických vlastností takové zapalovací svíčky.

U výhodného provedení ukázaného na obrázku 5 je tedy koryto ve tvaru V odstraněno a nahrazeno jednoduchou plochou chlopní 13. U tohoto provedení je spojení přírodní drát-vodivý rám vytvořené odporovým přivařením přírodního drátu 11 ke chlopní 13 vodivého rámu 5. Protože je
 55

síla používaná pro vytvoření tohoto spojení nízká, je nebezpečí zlomení buď ramena 1 zapalovací svíčky nebo tvrdé pájky 7 také malé. Navíc bylo zjištěno, že svarové spojení vytváří docela reprodukovatelný výsledek vzhledem k elektrickým vlastnostem. Z těchto dvou důvodů je volba odporově přivařeně chloupě 13 lepší než provedení s korytem ve tvaru V. U výhodných provedení má tedy vodivý rám 5 chloupě 13 a přírodní drát 11 je k této chloupě 13 odporově přivařený.

Další problém s konstrukcí s jednou přichytkou 65 podle obrázku 1 se týká její relativní neschopnosti přijmout řadu odlišných konstrukcí zapalovacích svíček, které mají různé rozestupy mezi středními liniemi svých ramen 1. Jak je zmíněno výše, je žádoucí vystředit náletek tvrdé pájky 7 na každém keramickém ramenu 1. Je však také žádoucí použít tentýž komplet vodivých rámu 5 pro co možná nejvíc odlišných konstrukcí zapalovacích svíček. Protože jsou keramické zapalovací svíčky dostupné v jakémkoli počtu odstupů ramen 1 a tloušťek ramen, bude se rozestup mezi středními liniemi ramen 1 měnit od svíčky k svíčke. Použití jediného kompletu předem spojených vodivých rámu 5, které mají pevnou vzdálenost mezi svými příslušně vystředěnými dírami 9 pro náletek tvrdé pájky 7 vystředěných na stropech 55, proto neposkytne požadované vystředění náletku tvrdé pájky 7 na ramenech 1 zapalovací svíčky pro každou konstrukci.

Protože je potřeba použití téhož základního kompletu vodivých rámu 5 pro co možná nejvíc odlišných konstrukcí zapalovací svíčky veliká, rozhodli se stávající vynálezci změnit umístění díry 9 pro náletek tvrdé pájky 7 do míst, která nejsou ve středu vodivého rámu 5, aby zajistili, že tvrdá pájka 7 bude na keramickém ramenu 1 ležícím pod ní vystředěná vždycky. U některých provedení, jako je na obrázku 5, není tedy díra 9 pro tvorbu pájky 7 vystředěná na stropě 55 vodivého rámu 5.

Zapalovací svíčky podle tohoto vynálezu mohou být používány u mnoha aplikací včetně aplikací se zážehem plynné fáze paliva, jako jsou pece a zařízení na vaření, podlahová topná tělesa, plynové nebo olejové kotle a vrchní díly sporáků. Protože tento systém už neobsahuje vrstvu měkké pájky citlivou na teplotu, která se taví asi při 635 °C, může se tento systém používat u aplikací, u kterých provozní atmosféra překračuje 635 °C. Tento znak přináší zvláštní výhodu u aplikací pro oblast vršků sporáků, kde je teplota v koncové oblasti větší než 635 °C.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Elektrovodivé spojení keramického elementu (3) se žhavým povrchem s kovovým vodivým zakončením respektive rámem (5), které zahrnuje:

- a) elektrovodivý keramický element (3), který má první rameno (1),
- b) elektrovodivou tvrdou pájku (7) s aktivním kovem stýkající se s alespoň částí prvního ramena (1) a
- c) kovový rám (5) stýkající se s tvrdou pájkou (7) s aktivním kovem, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že kovový rám (5) je s tvrdou pájkou (7) s aktivním kovem vázaný chemicky.

2. Elektrovodivé spojení keramického elementu (3) se žhavým povrchem s kovovým vodivým zakončením respektive rámem (5) podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že elektrovodivý keramický element (3) má ještě druhé rameno (1) a druhou elektrovodivou tvrdou pájku (7) s aktivním kovem, která se stýká s alespoň částí tohoto druhého ramena (1), přičemž první kovový rám (5) se stýká s první tvrdou pájkou (7) s aktivním kovem, zatímco druhý kovový rám (5) se stýká s druhou tvrdou pájkou (7) s aktivním kovem tak, že každý kovový rám (5) je se svojí odpovídající tvrdou pájkou (7) s aktivním kovem vázaný chemicky.

3. Elektrovodivé spojení podle nároku 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že každý kovový rám (5) zahrnuje pouzdro (56), které má první konec (88) a druhý konec (89), a kde každé rameno (1) elektrovodivého keramického elementu (3) je zachycené v prvním konci (88) svého příslušného pouzdra (56).
- 5
4. Elektrovodivé spojení podle nároku 3, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že každé pouzdro (56) má příčnou díru (9) a každá tvrdá pájka (7) spočívá v podstatě v této dře (9) a stýká se s ramenem (1) keramického elementu (3) uloženým v pouzdra (56).
- 10
5. Elektrovodivé spojení podle nároku 4, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že každý kovový rám (5) zahrnuje chlopeň (13) vystupující z druhého konce (89) každého pouzdra (56) a k této chlopni (13) je elektricky připojený první konec přívodního drátu (11).
- 15
6. Elektrovodivé spojení podle nároku 5, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že vodivý keramický element (3) obsahuje karbid křemíku.
7. Elektrovodivé spojení podle nároku 5, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že první a druhé rameno (1) vodivého keramického elementu (3) zahrnují:
- 20
- a) od 20 do 65 obj. % keramického materiálu vybraného ze skupiny sestávající z nitridu hliníku, nitridu křemíku a nitridu bóru a jejich směsí a
 - b) asi od 35 do 80 obj. % MoSi_2 a SiC v objemovém poměru asi od 1:1 přibližně do 1:3.
8. Elektrovodivé spojení podle nároku 7, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že tvrdá pájka (7) s aktivním kovem zahrnuje:
- 25
- a) mezi asi 0,1 % hmotnosti a 5 % hmotnosti aktivního kovu vybraného ze skupiny sestávající z titanu, zirkonia, niobu, niklu, paladia a zlata a jejich směsí a
 - b) mezi asi 95 % hmotnosti a 99,9 % hmotnosti plnivových kovů vybraných ze skupiny sestávající ze stříbra, mědi, india, cínu, zinku, olova, kadmia a fosforu a jejich směsí.
- 30
9. Elektrovodivé spojení podle nároku 8, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že vodivý kovový rám (5) zahrnuje kov vybraný ze skupiny sestávající z kompozic na bázi niklu obsahujících alespoň 85 % niklu, slitiny Ni-Cr, stříbro, zlato a platinu.
- 35
10. Elektrovodivé spojení podle nároku 3, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že každé pouzdro (56) zahrnuje:
- a) základnu (51), která má v podstatě plochý horní povrch,
 - b) boční stěnu (53) zdvihající se v podstatě kolmo ze základny (51) a
 - c) strop (55) připojený k boční stěně (53), přičemž strop (55) je v podstatě rovnoběžný se základnou (51).
- 40
11. Elektrovodivé spojení podle nároku 10, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že strop (55) zahrnuje přichytku (65) vystupující k základně (51).
- 45
12. Elektrovodivé spojení podle nároku 11, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že každá základna (51) má průchozí díru (8) a každá kovová tvrdá pájka (7) leží v podstatě uvnitř jí příslušné díry (8) a stýká se s ramenem (1) keramického elementu (3) zachyceným v příslušném pouzdra (56).
- 50
13. Keramická zapalovací svíčka, která má:
- a) elektricky vodivý keramický element (3) zahrnující dvě ramena (1) tvořená studenými konci (71, 72) a odporovou zónu (73) mezi nimi,
 - b) dvojici vodivých rámců (5), kde každý rám (5) zahrnuje pouzdro (56), které má první konec (88) a druhý konec (89), **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že každý studený konec (71, 72) elektrovodivého keramického elementu (3) je trvale zachycený v prvním konci (88) pouzdra

(56) a je v elektrickém spojení se svým příslušným pouzdem (56), přičemž každý vodivý rám (5) tvoří kovové zakončení, a zapalovací svíčka dále zahrnuje dvojici kovových tvrdých pájek (7), kde každá kovová tvrdá pájka (7) je ve styku se svým příslušným keramickým studeným koncem (71, 72) a se svým příslušným kovovým vodivým rámem (5) pro poskytnutí elektrického spojení mezi studeným koncem (71, 72) a kovovým vodivým rámem (5), a kde každé pouzdro (56) má mezikruží definující příčnou díru (9), přičemž každá kovová tvrdá pájka (7) spočívá v podstatě ve své příslušné díře (9) a stýká se se studeným koncem (71, 72) keramického elementu (3) uloženým v jeho pouzdru (56) a kde se každé mezikruží stýká se svým příslušným studeným koncem (71, 72).

14. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 13, **vyznačující se tím**, že každý kovový rám (5) zahrnuje chlopeň (13) vystupující z druhého konce (89) každého pouzdra (56), přičemž chlopeň (13) má horní povrch, k němuž je elektricky připojený první konec příslušného přívodního drátu (11).

15. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 14, **vyznačující se tím**, že vodivý keramický element (3) obsahuje karbid křemíku a každá kovová tvrdá pájka je tvořená tvrdou pájkou (7) s aktivním kovem.

16. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 15, **vyznačující se tím**, že první a druhý studený konec (71, 72) vodivého keramického elementu (3) zahrnují každý:

- a) od 20 do 65 obj. % keramického materiálu vybraného ze skupiny sestávajícího z nitridu hliníku, nitridu křemíku a nitridu bóru a jejich směsí a
- b) přibližně od 35 do 80 % obj. % MoSi_2 a SiC v objemovém poměru asi od 1:1 přibližně do 1:3.

17. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 16, **vyznačující se tím**, že tvrdá pájka (7) s aktivním kovem zahrnuje:

- a) mezi přibližně 0,1 % hmotnosti a 5 % hmotnosti aktivního kovu vybraného ze skupiny sestávající z titanu, zirkonia, niobu, niklu, paladia a zlata a jejich směsí a
- b) mezi přibližně 95 % hmotnosti a 99,9 % hmotnosti plnivových kovů vybraných ze skupiny sestávající ze stříbra, mědi, india, cínu, zinku, olova, kadmia a fosforu a jejich směsí.

18. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 17, **vyznačující se tím**, že každé kovové zakončení (5) zahrnuje kov vybraný ze skupiny sestávající z kompozic na bázi niklu obsahujících alespoň 85 % niklu, s výhodou alespoň 95 % niklu, slitiny Ni-Cr, stříbro, zlato a platinu.

19. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 13, **vyznačující se tím**, že každé pouzdro (56) zahrnuje:

- a) základnu (51), která má v podstatě plochý horní povrch,
- b) boční stěnu (53) zdvihající se v podstatě kolmo z tohoto horního povrchu a
- c) strop (55) v podstatě rovnoběžný s plochým horním povrchem základny (51) a spojený s boční stěnou (53).

20. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 19, **vyznačující se tím**, že každý studený konec (71, 72) keramického elementu (3) je uložený uvnitř svého příslušného pouzdra (56) s přesahem.

21. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 20, **vyznačující se tím**, že každá boční stěna (53) má výšku a každý studený konec (71, 72) má tloušťku, přičemž výška každé boční stěny (53) je menší než tloušťka jí příslušného studeného konce (71, 72) a každý studený

konec (71, 72) keramického elementu (3) je ve styku se svým příslušným stropem (55) a základnou (51) pro vytvoření uložení s přesahem.

- 5 22. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 20, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že každé pouzdro (56) dále zahrnuje příchytku (65), která má první konec vystupující od jeho stropu (55) a druhý konec, přičemž alespoň část každé příchytky (65) sahá k její základně (51) a každý studený konec (71, 72) keramického elementu (3) je ve styku se svojí základnou (51) a druhým koncem jeho příchytky (65) pro vytvoření uložení s přesahem.
- 10 23. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 20, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že každý strop (55) zahrnuje prohlubeň (61) vystupující od stropu (55) k základně (51), přičemž každý studený konec (71, 72) keramického elementu (3) je ve styku s prohlubní (61) a svojí základnou (51) pro vytvoření uložení s přesahem.
- 15 24. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 23, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že každá prohlubeň (61) obsahuje mezikruží definující příčnou díru (9), zatímco v této své díře (9) v podstatě spočívá každá kovová tvrdá pájka (7), která je ve styku se studeným koncem (71, 72) keramického elementu (3) zachyceným v tomto pouzdru (56), a kde je každé mezikruží ve styku s jemu příslušným studeným koncem (71, 72) keramického elementu (3).
- 20 25. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 23, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že každý strop (55) zahrnuje dvě prohlubně (61) vystupující dolů k jim příslušné základně (51) a každý studený konec (71, 72) keramického elementu (3) je uložený s přesahem mezi prohlubněmi (61) a základnou (51).
- 25 26. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 25, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že každý strop (55) dále zahrnuje mezikruží definující příčnou díru (9), kde každá díra (9) je mezi svými dvěma příslušnými prohlubněmi (61), zatímco každá kovová tvrdá pájka (7) je ve styku se studeným koncem (71, 72) keramického elementu (3) zachyceným v jeho pouzdru (56), přičemž každé mezikruží je mimo kontakt se svým příslušným studeným koncem (71, 72) keramického elementu (3).
- 30 27. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 19, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že každý studený konec (71, 72) keramického elementu (3) definuje rameno (1), které má středovou osu, a kde každé rameno (1) je uložené ve svém příslušném pouzdru (56) a jeho středová osa je v podstatě rovnoběžná s jeho příslušnou boční stěnou (53).
- 35 28. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 19, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že každá základna (51) je bez vystupujícího lemu, přičemž každý studený konec (71, 72) keramického elementu (3) definuje rameno (1), které má středovou osu a kde toto rameno (1) je umístěné ve svém příslušném pouzdru (56) tak, že jeho středová osa je kolmá k jeho příslušné boční stěně (53).
- 40 29. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 19, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že koeficient tepelné roztažnosti (CTE) kovové tvrdé pájky (7) je do 25 % CTE keramického elementu (3).
- 45 30. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 19, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že každý studený konec (71, 72) keramického elementu (3) je rameno (1), které má dvojici rovnoběžných okrajů a kovová tvrdá pájka (7) je vystředěná mezi těmito rovnoběžnými okraji.
- 50 31. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 19, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že každý studený konec (71, 72) keramického elementu (3) má hustotu, která je alespoň 95 % hustoty teoretické.

32. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 19, **vyznačující se tím**, že každá kovová tvrdá pájka (7) má deformační přetvoření alespoň 22 %.

33. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 19, **vyznačující se tím**, že každý strop (55) zahrnuje příchytka (65) vystupující dolů k jeho základně (51) pro vytvoření spodní lícové plochy, takže každá kovová tvrdá pájka (7) se stýká jak se spodní lícovou plochou příchytka (65), tak i se studeným koncem (71, 72) keramického elementu (3) zachyceného v jeho pouzdru (56).

34. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 33, **vyznačující se tím**, že každá spodní lícová plocha je v podstatě rovnoběžná s horní lícovou plochou její základny (51).

35. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 19, **vyznačující se tím**, že každý studený konec (71, 72) keramického elementu (3) zahrnuje první a druhý povrch, každý strop (55) zahrnuje příchytka (65) vystupující dolů k jeho základně (51) pro vytvoření spodní lícové plochy, každá příchytka (65) je ve styku s prvním povrchem příslušného studeného konce (71, 72) keramického elementu (3), přičemž každá základna (51) dále zahrnuje vykrojení definující průchozí díru (8), přičemž v podstatě v každé díře (8) je kovová tvrdá pájka (7) a ta je ve styku s druhým povrchem studeného konce (71, 72) keramického elementu (3) zachyceného v pouzdru (56), takže vykrojení každé základny (51) se stýká se studeným koncem (71, 72) keramického elementu (3).

36. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 35, **vyznačující se tím**, že první a druhý povrch každého studeného konce (71, 72) keramického elementu (3) jsou protilehlé povrchy.

37. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 19, **vyznačující se tím**, že každé pouzdro (56) sestává v podstatě ze:

- a) základny (51), která má v podstatě plochý horní povrch,
- b) boční stěny (53) vystupující v podstatě kolmo z horního povrchu a
- c) strop (55) v podstatě rovnoběžný s plochým horním povrchem základny (51) a spojený s boční stěnou (53).

38. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 37, **vyznačující se tím**, že mezi rameny (1) keramického elementu (3) zapalovací svíčky je umístěná vložka.

39. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 19, **vyznačující se tím**, že každý studený konec (71, 72) keramického elementu (3) resp. rameno (1) má dvojici v podstatě rovnoběžných okrajů a každá kovová tvrdá pájka (7), která je ve styku se svým příslušným ramenem (1), tvoří protáhlý povrch mezi v podstatě rovnoběžnými okraji svého příslušného ramena (1), přičemž každý protáhlý povrch definuje axiální délku a radiální délku, kdy každá axiální délka je větší než jí příslušná radiální délka.

40. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 39, **vyznačující se tím**, že každá axiální délka je více než 1,5 krát větší než jí příslušná radiální délka.

41. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 39, **vyznačující se tím**, že plocha každé kovové tvrdé pájky (7) má oválný tvar.

42. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 19, **vyznačující se tím**, že každé pouzdro (56) zahrnuje chlopeň (13) vystupující z druhého konce (89) pouzdra (56) a tato chlopeň (13) má plochý horní povrch, přičemž k tomuto plochému hornímu povrchu příslušné chlopně (13) je odporově přivařený první konec vždy jednoho z dvojice přívodních drátů (11).

43. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 19, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že každá základna (51) má dva v podstatě rovnoběžné okraje a každý studený konec (71, 72) keramického elementu (3) je rameno (1), které má dvojici rovnoběžných okrajů, přičemž rovnoběžné okraje každé základny (51) jsou v podstatě rovnoběžné s rovnoběžnými okraji příslušného ramena (1).

5

44. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 43, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že každá základna (51) má dále díru (8), která není mezi rovnoběžnými okraji základny (51) vystředěná.

10

45. Keramická zapalovací svíčka podle nároku 19, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že z každé základny (51) vystupuje v rovině rovnoběžné s boční stěnou (53), tedy v podstatě kolmo lem (54).

46. Způsob zhotovení spojení keramického elementu keramické zapalovací svíčky s kovovým zakončením, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že zahrnuje kroky:

15

a) zajištění keramického elementu (3) zapalovací svíčky, který má první a druhé rameno (1), kde každé rameno (1) má vnější povrch,

b) zajištění dvojice pouzder (56) kovového zakončení, kde každé pouzdro (56) má vnitřní povrch odpovídající v podstatě vnějšímu povrchu prvního a druhého ramena (1) keramického elementu (3) zapalovací svíčky,

20

c) vložení prvního a druhého ramena (1) keramického elementu (3) zapalovací svíčky do dvojice pouzder (56),

d) chemické připojení vnitřního povrchu pouzdra (56) k vnějšímu povrchu ramena (1) vloženého dovnitř.

25

47. Způsob podle nároku 46, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se do pouzdra (56) vytvoří průchozí příčná díra (9), načež se krok chemického pojení provádí tak, že se po kroku c):

i) uloží do díry (9) tvrdá pájka (7) s aktivním kovem a

ii) tvrdá pájka (7) se znovu nataví.

30

48. Způsob podle nároku 46, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se krok d) chemického pojení provádí:

i) povlečením ramen (1) keramického elementu (3) tvrdou pájkou (7) s aktivním kovem před krokem c) a

ii) znovunatavením tvrdé pájky (7) po kroku c).

35

49. Způsob podle nároku 46, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se vytvoří keramický element (3) zapalovací svíčky v podstatě bez otevřené porozity.

40

5 výkresů

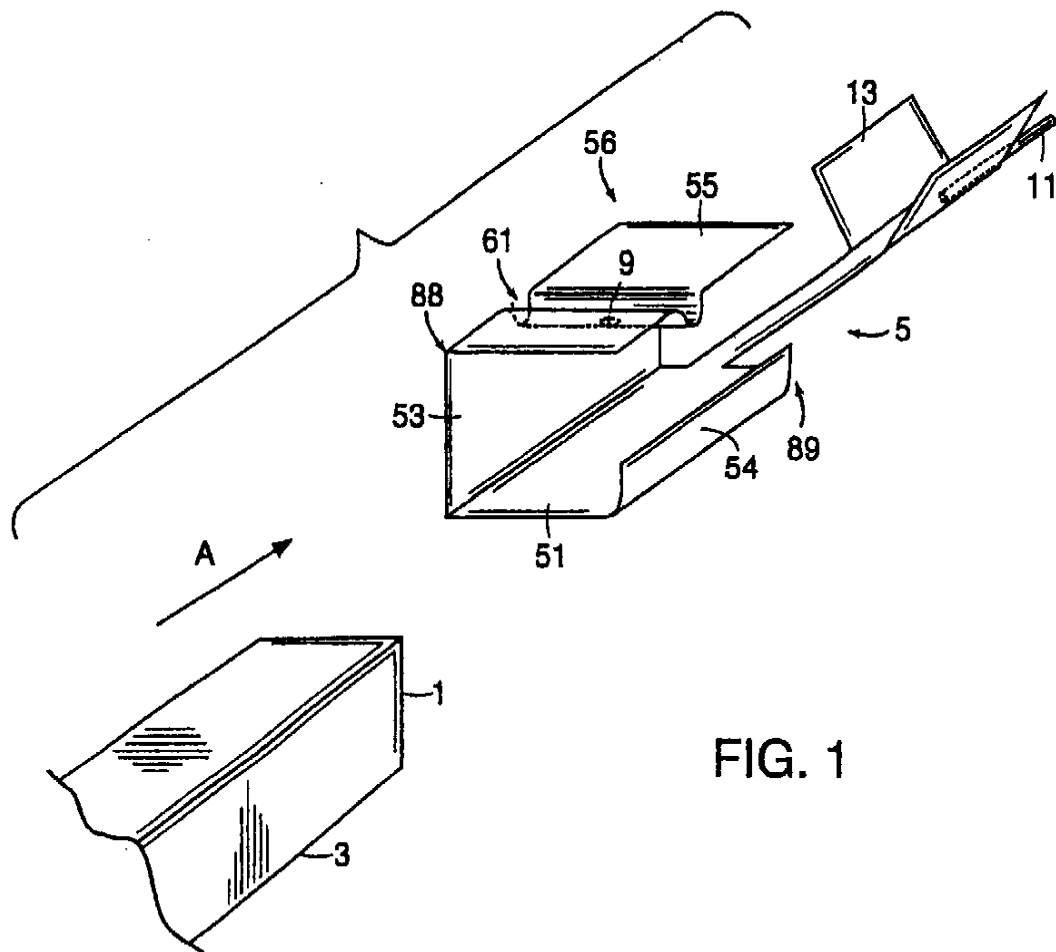


FIG. 1

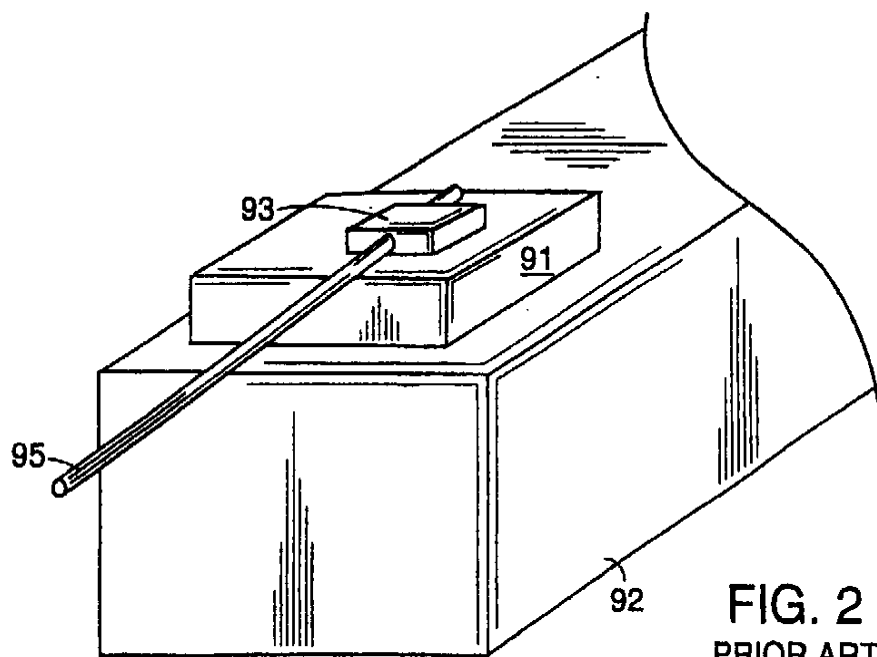
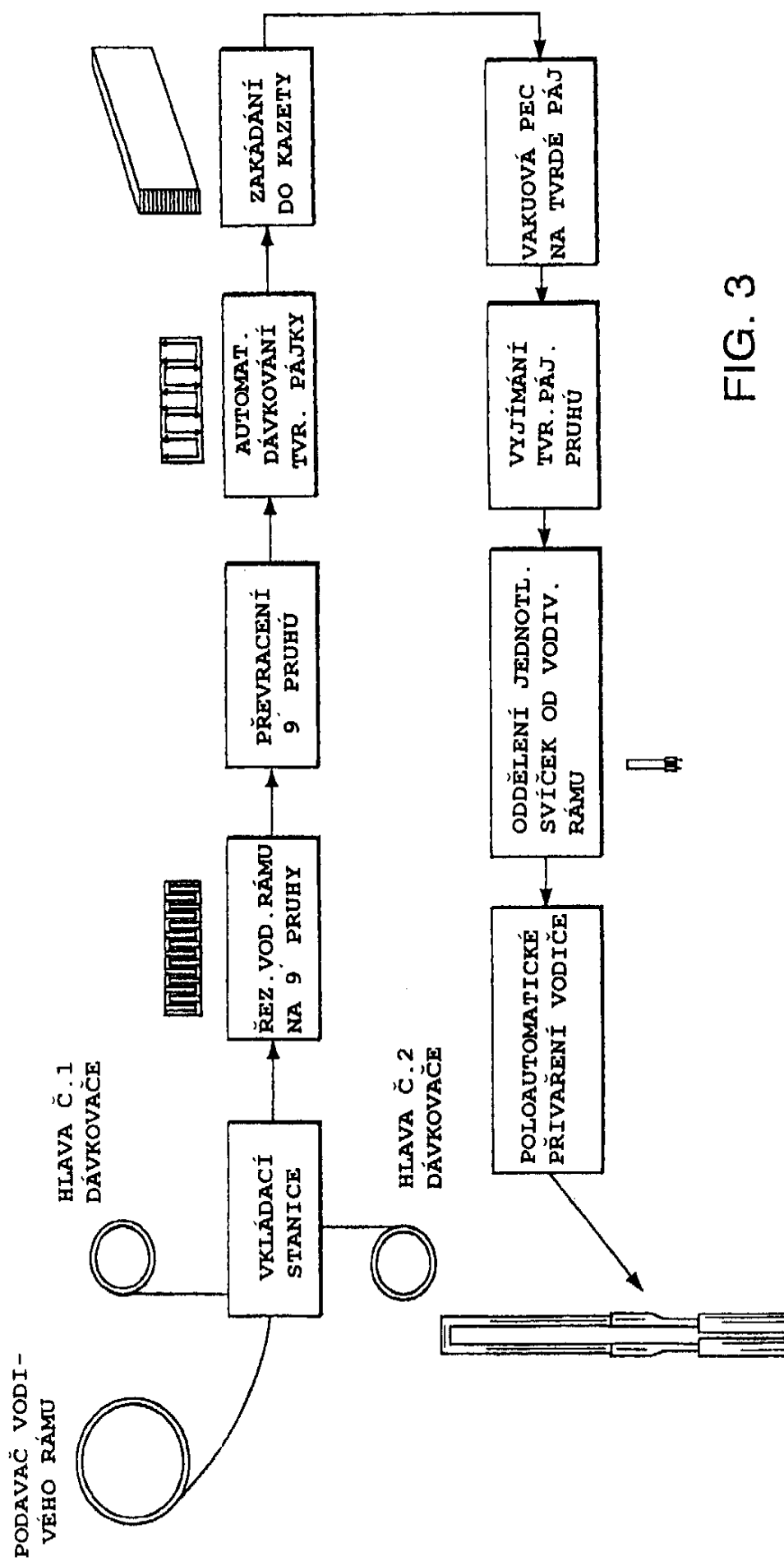


FIG. 2
PRIOR ART



3
E/G.

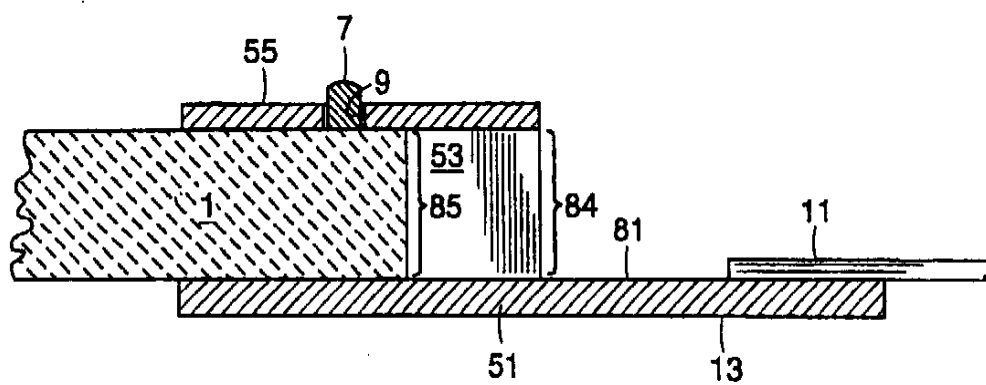


FIG. 4

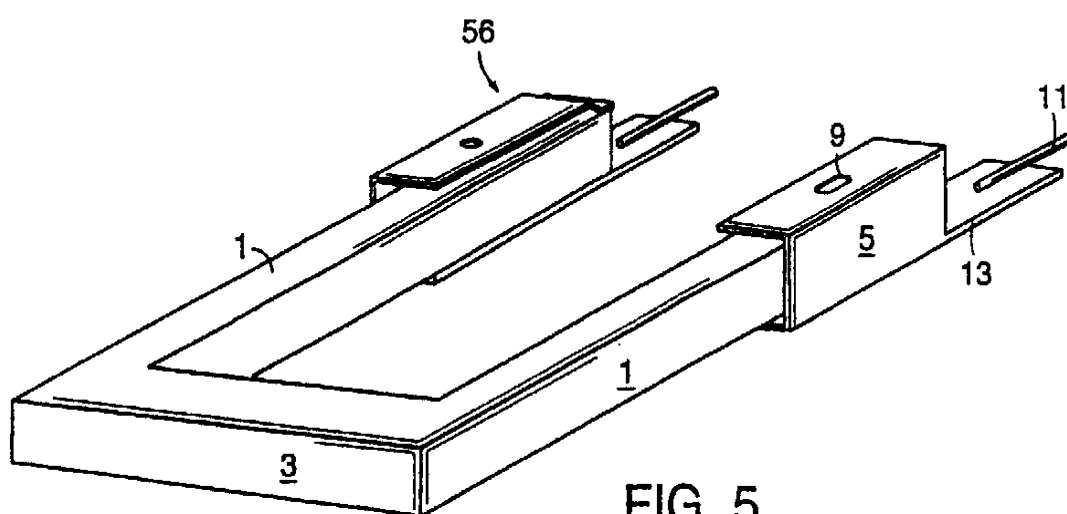


FIG. 5

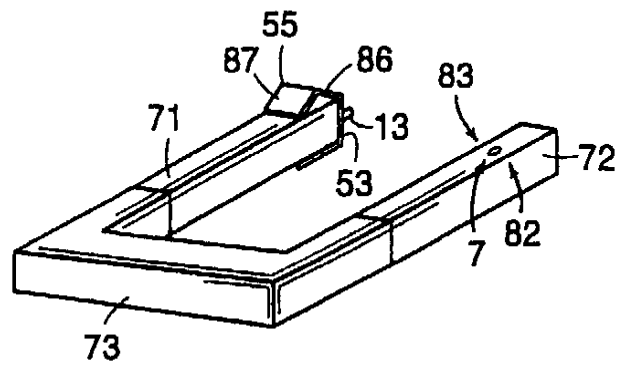


FIG. 6

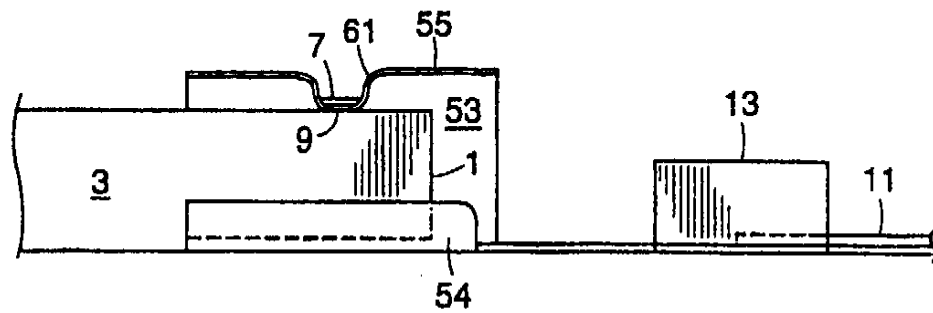


FIG. 7

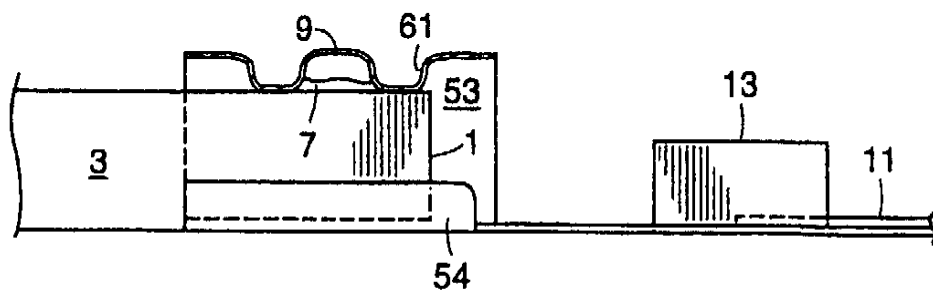


FIG. 8

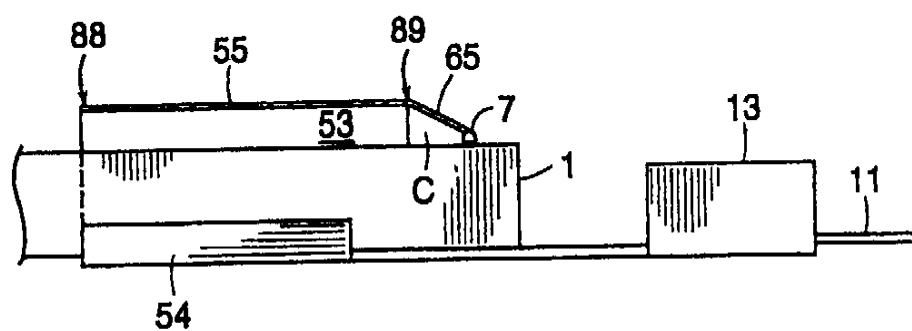


FIG. 9

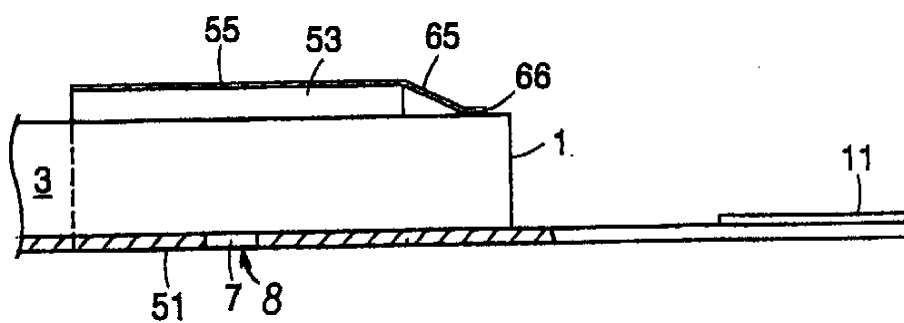


FIG. 10

Konec dokumentu