

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **233058**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **423038**

(51) Int.Cl.  
**B23K 1/19 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **03.10.2017**

---

(54) **Sposób łączenia stopów aluminium z nadstopami niklu metodą lutowania twardego**

---

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**08.04.2019 BUP 08/19**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**30.08.2019 WUP 08/19**

(73) Uprawniony z patentu:  
**POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:  
**ZBIGNIEW MIRSKI, Wrocław, PL**  
**KAZIMIERZ DIDUSZKO, Wrocław, PL**  
**KAZIMIERZ GRANAT, Oborniki Śląskie, PL**  
**TOMASZ WOJDAT, Bogdaszowice, PL**  
**KRYSTIAN KISIEL, Jaworzyna Śląska, PL**  
**AGATA ŻUK, Ostroszowice, PL**  
**SYLWIA ŁAMASZ, Szymanów, PL**

---

**PL 233058 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób łączenia stopów aluminium z nadstopami niklu, przeznaczonych w szczególności do wytwarzania elementów narzędzi pomiarowych na przykład termopar, lutami na osnowie Al-Si, w procesie lutowania twardego z użyciem międzywarstwy utworzonej ze spoiwa o wyższej temperaturze topnienia.

Wytwarzanie trwałych i funkcjonalnych połączeń lutowanych, zwłaszcza materiałów o zróżnicowanych właściwościach fizykochemicznych, zawsze stanowiło duży problem technologiczny, który wynika głównie z braku uniwersalnych materiałów lutowniczych, takich jak luty i topniki. Wybór materiałów dodatkowych do procesu lutowania materiałów różnoimiennych determinowany jest specyficznymi właściwościami pary spajanych materiałów (na przykład niską temperaturą topnienia, wysoką temperaturą rozkładu tlenków, tworzeniem trudno zwilżalnych faz międzymetalicznych), co może stwarzać problemy związane z uzyskaniem dobrej zwilżalności, powodując obniżenie jakości złącza lub brak możliwości jego wykonania, tak by spełniało one stawiane wymagania eksploatacyjne. Rozwiązaniem problemu może być zastosowanie w procesie lutowania twardego tak zwanej międzywarstwy utworzonej na przykład ze spoiwa lutowniczego o innej, wyższej, temperaturze topnienia od temperatury topnienia spoiwa przeznaczonego do wytworzenia połączenia, która będzie przez nie dobrze zwilżana i nie będzie tworzyła z nim kruchych faz międzymetalicznych.

Lutowanie aluminium i jego stopów z nadstopami niklu, z uwagi na dużą różnicę w temperaturze topnienia obydwu metali (Al około 660°C, Ni natomiast 1455°C) oraz zróżnicowane właściwości fizykochemiczne obydwu metali, wykonuje się metodą lutowania twardego z zastosowaniem spoiwa siluminoowego na osnowie Al-Si. Zastosowanie lutów na osnowie Al-Si, przy bezpośrednim lutowaniu stopu aluminium z nadstopem niklu, powoduje jednak powstanie silnej reakcji egzotermicznej i miejscowy wzrost temperatury. W efekcie tworzy się na powierzchni stopu niklowego warstwa ze związkami Al i Ni (aluminiki niklu) oraz warstwy tlenków, uniemożliwiające powstanie poprawnego połączenia lutowanego.

Z opisu wynalazku US 20140285059 znany jest sposób wytwarzania komutatorów silników elektrycznych o silnym połączeniu pomiędzy warstwą metalową a prętami grafitowymi. Proces lutowania przebiega w dwóch etapach – w pierwszym etapie w procesie lutowania twardego nanosi się warstwę spoiwa twardego na strukturę prętów grafitowych, po czym w drugim etapie, obejmującym lutowanie miękkie za pomocą dodatkowego spoiwa, łączy się pręty grafitowe z arkuszem blachy metalowej.

W rozwiązaniu, znanym z opisu wynalazku US 6949300, do naniesienia warstwy lutu na powierzchnię elementów wymienników ciepła wykonanych z aluminium i jego stopów zaproponowano wysokociśnieniowe natryskiwanie na zimno znane z opisu patentowego numer US 6139913. Nano-szona warstwa poza lutem zawierała inhibitory korozji. Próbne złącza zostały polutowane na twardo w temperaturze 600°C z zastosowaniem atmosfery ochronnej.

Z opisu wynalazku US 4340650 znany jest sposób łączenia kształtek z węglików spiekanych z korpusami narzędzi z wykorzystaniem wielowarstwowego stopu lutowniczego. Dwie warstwy zewnętrzne tworzą stopy lutownicze o ok. 40% niższej temperaturze topnienia od warstwy wewnętrznej, w wyniku czego nie jest ona stopiona w trakcie procesu lutowania piecowego i stanowi międzywarstwę absorbującą naprężenia powstające podczas chłodzenia połączenia, spowodowane różnymi współczynnikami rozszerzalności cieplnej.

Znane jest również rozwiązanie z opisu wynalazku US 20060254830, gdzie do wytwarzania narzędzi tnących, które zawierają: podłoże z naniesioną warstwą diamentową TSP, metalową warstwę pośrednią między warstwą podłoża i warstwą diamentu oraz warstwę lutu zabezpieczającą warstwę diamentową na podłożu.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu łączenia stopów aluminium z nadstopami niklu metodą lutowania twardego z wykorzystaniem metalicznej warstwy pośredniej.

Istota sposobu łączenia stopów aluminium z nadstopami niklu metodą lutowania twardego, według wynalazku, polega na tym, że na odtłuszczonej i oczyszczonej chemicznie bądź mechanicznie z tlenków powierzchnię jednego z metali nanosi się topnik, następnie powierzchnię metalu na którą naniosło się topnik pokrywa się warstwą lutu, o temperaturze topnienia w zakresie 800÷830°C, która po zakrzepnięciu stanowi międzywarstwę metaliczną. Następnie na powierzchnię utworzonej tak międzywarstwy i powierzchnię, zespalanego z metalem z naniesioną międzywarstwą, oczyszczonego uprzednio z tlenków, drugiego z metali, nanosi się topnik, a po ustaleniu ich wzajemnego położenia, podgrzewa się je do temperatury lutowania i dozuje w miejsce wytwarzanego połączenia spoiwo w postaci lutu o temperaturze topnienia w zakresie 577÷620°C, którym wytwarza się trwałe połączenie

lutowe. Jeden z metali stanowi stop aluminium a drugi nadstop niklu. Międzywarstwę o grubości od 1 do 3 mm nanosi się równomiernie na całej powierzchni jednego z metali przeznaczonego do wykonania połączenia lutowanego.

Korzystnie międzywarstwa metaliczna nanoszona jest na powierzchnię nadstopu niklu.

Korzystnie międzywarstwę metaliczną wytwarza się w procesie lutowania płomieniowego przy użyciu płomienia acetylenowo-tlenowego.

Korzystnie międzywarstwę metaliczną wytwarza się metodą nagrzewania indukcyjnego.

Korzystnie międzywarstwę na powierzchni nadstopu niklu wytwarza się ze spoiwa w postaci lutu na osnowie miedzi i srebra.

Korzystnie międzywarstwę metaliczną wytwarza się ze spoiwa w postaci lutu na osnowie miedzi, cynku i srebra.

Korzystnie spoiwo jest w postaci drutu albo pasty lutowniczej.

W rozwiązaniu według wynalazku powierzchnię jednego z metali zazwyczaj nadstopu niklu, przeznaczoną do utworzenia połączenia lutowanego pokrywa się warstwą lutu twardego, która po zakrzepnięciu stanowi międzywarstwę o właściwościach umożliwiających powstanie połączenia lutowanego. Międzywarstwa może być utworzona ze spoiwa do lutowania twardego, o temperaturze topnienia wyższej od temperatury topnienia spoiw na osnowie Al-Si, przynajmniej o 100°C, ale które nie tworzy kruchych faz międzymetalicznych z nadstopami niklu i jest dobrze zwilżana przez spoiwa Al-Si. Do pobielania (nakładania międzywarstwy lutowniczej) może być stosowana dowolna metoda lutowania twardego, umożliwiająca równomierne naniesienie międzywarstwy. Cała powierzchnia przeznaczona do procesu lutowania powinna być pokryta międzywarstwą, aby zapewnić jednolite właściwości złącza. Grubość międzywarstwy jest dowolna, jednak korzystnym jest zastosowanie grubości powyżej 1 mm, co gwarantuje jej trwałość (nie ulega całkowitemu roztwarzaniu) w procesie lutowania twardego. Elementy przeznaczone do lutowania są wykonane przede wszystkim z trudnospalalnych stopów aluminium (duraluminium) serii 7000 i nadstopów niklu typu Inconel.

Przedmiot wynalazku objaśniony jest w przykładzie realizacji i na rysunku, na którym pokazano schemat połączenia lutowanego.

#### Przykład 1

Sposób łączenia stopów aluminium z nadstopami niklu metodą lutowania twardego polega na tym, że powierzchnię nadstopu niklu Inconel 600 – metalu nr 1 znanymi metodami odtłuszcza się i oczyszcza mechanicznie lub chemicznie z tlenków. Następnie na tak przygotowaną powierzchnię nadstopu niklu – metalu nr 1 nanosi się topnik, a następnie wytwarza się na niej międzywarstwę metaliczną nr 2 poprzez pokrycie pokrytej topnikiem powierzchni nadstopu niklu – metalu nr 1 stopionym lutem twardym Ag212, na osnowie miedzi, cynku i srebra. Międzywarstwę metaliczną nr 2 nanosi się w procesie lutowania płomieniowego przy użyciu płomienia acetylenowo-tlenowego, lutem w postaci drutu, którego temperatura topnienia wynosi w zakresie 800÷830°C. Międzywarstwę metaliczną nr 2 o grubości powyżej 1 mm nanosi się na całej powierzchni przeznaczonej do wykonania połączenia lutowanego. Nanoszenie międzywarstwy metalicznej nr 2 (lutowniczej) może odbywać się dowolną metodą lutowania twardego, najlepiej lutowania topnikowego przy użyciu płomienia acetylenowo-tlenowego. Bezpośrednio po zakończeniu procesu nanoszenia międzywarstwy metalicznej nr 2 na oczyszczonej powierzchni stopu aluminium Al7075 – metalu nr 3 oraz na międzywarstwę 2 nanosi się topnik nr 4 a następnie po ustaleniu wzajemnej pozycji zespalań metali 1, 3 podgrzewa się je płomieniem propanowo-powietrznym do temperatury lutowania, wynoszącej około 600°C, oraz dozuje w miejsce zespalań spoiwo aluminiowe AlSi12 nr 5, w postaci drutu, w celu uzyskania trwałego połączenia lutowanego. Międzywarstwa metaliczna 2 może być wytworzona w zakresie od 0,5 do 3 mm grubości. Międzywarstwa metaliczna 2 może być wytworzona także na przykład z lutu – drutu na osnowie miedzi, i srebra. Międzywarstwa metaliczna 2 może być nanoszona także na stop aluminium – metal nr 3.

#### Przykład 2

Sposób lutowania twardego stopów aluminium z nadstopem niklu, przebiega jak w przykładzie 1 z tą różnicą, że międzywarstwę metaliczną nr 2 nanosi się ze spoiwa nr 5 w postaci pasty lutowniczej. Pasta lutownicza charakteryzuje się większą rozpląwnością w porównaniu z osobno dozowanymi materiałami lutowniczymi i jest bardziej wygodna w przypadku lutowania drobnych i cienkich elementów.

#### Przykład 3

Sposób lutowania twardego stopów aluminium z nadstopem niklu, przebiega jak w przykładzie 1 z tą różnicą, że międzywarstwę metaliczną nr 2 nanosi się metodą nagrzewania indukcyjnego. Nagrzewanie indukcyjne umożliwi szybsze nagrzewanie lutowanych elementów, zwłaszcza o większej masie.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób łączenia stopów aluminium z nadstopami niklu metodą lutowania twardego w którym metale, z których jeden stanowi nadstop niklu a drugi stop aluminium odtłuszcza się i oczyszcza się z tlenków a następnie łączy spoiwem w postaci lutu, w procesie lutowania płomieniowego w temperaturze w zakresie 577÷620°C, **znamienny tym**, że przed wytworzeniem trwałego połączenia lutowanego metali (1, 3) na, uprzednio odtłuszczoną oraz oczyszczoną z tlenków, powierzchnię jednego z metali (1) nanosi się topnik, który następnie pokrywa się warstwą lutu, o temperaturze topnienia w zakresie 800÷830°C, która po zakrzepnięciu tworzy, naniesioną na jednym z metali, międzywarstwę metaliczną (2), a powierzchnię drugiego z metali (3) pokrywa się topnikiem (4), przy czym topnikiem (4) pokrywa się również powierzchnię międzywarstwy metalicznej (2).
2. Sposób, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że międzywarstwę metaliczną (2) wytwarza się w procesie lutowania płomieniowego przy użyciu płomienia acetylenowo-tlenowego.
3. Sposób, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że międzywarstwę metaliczną (2) nanosi się metodą nagrzewania indukcyjnego.
4. Sposób, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do wytworzenia międzywarstwy metalicznej (2) stosuje się lut z drutu na osnowie miedzi, cynku i srebra.
5. Sposób, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do wytworzenia międzywarstwy metalicznej (2) stosuje się lut z drutu na osnowie miedzi i srebra.
6. Sposób, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że międzywarstwę metaliczną (2) nanosi się ze spoiwa w postaci pasty lutowniczej albo drutu.
7. Sposób, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że międzywarstwę metaliczną (2) nanosi się na całej powierzchni przeznaczonej do utworzenia połączenia lutowanego.
8. Sposób, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że grubość międzywarstwy metalicznej (2) jest nie mniejsza niż 1 mm.
9. Sposób, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że międzywarstwa metaliczna (2) nanoszona jest na powierzchnię nadstopu niklu (1).

Rysunek

