

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **202552**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **362452**

(51) Int.Cl.  
**H05K 3/00 (2006.01)**  
**G03F 1/06 (2006.01)**  
**G03F 7/12 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **26.09.2003**

(54) **Sposób wywoływania wzorów precyzyjnych struktur grubowarstwowych i urządzenie do wywoływania wzorów precyzyjnych struktur grubowarstwowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**04.04.2005 BUP 07/05**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**31.07.2009 WUP 07/09**

(73) Uprawniony z patentu:  
**Instytut Technologii Elektronowej,  
Warszawa,PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:  
**Barbara Dziurdzia,Kraków,PL**  
**Michał Cież,Kraków,PL**  
**Zbigniew Magoński,Kraków,PL**  
**Stanisław Nowak,Kraków,PL**

**PL 202552 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wywoływania wzorów precyzyjnych struktur grubowarstwowych i urządzenie do wywoływania wzorów precyzyjnych struktur grubowarstwowych mające zastosowanie przy wytwarzaniu hybrydowych układów mikrofalowych oraz układów o gęstej sieci połączeń.

Znane sposoby wykonywania topologii wzorów obwodów elektronicznych polegają na zastosowaniu procesu fotolitografii, w której na uprzednio nałożoną warstwę metaliczną lub dielektryczną nakłada się emulsję światłoczułą, którą po procesie odwirowania w celu zapewnienia odpowiedniej jej grubości i wysuszeniu naświetla się poprzez maskę lampą ultrafioletową. Następnie emulsję poddaje się procesowi wywoływania, polimeryzacji, po czym dokonuje się procesu trawienia właściwej warstwy metalicznej lub dielektrycznej. Znany jest także z patentu amerykańskiego nr 5,486,234 sposób usuwania metalu ze struktur dielektrycznych w którym podłoże dielektryczne zawiera obszary z wbudowanym metalem, który umiejscowiony jest poniżej powierzchni podłoża oraz warstwę metalu na powierzchni. Dzięki zastosowaniu ruchu obrotowego stolika z umieszczoną na nim strukturą, która zraszana jest roztworem trawiącym z rozpylacza, możliwe jest w zależności od zastosowanego roztworu i jego parametrów fizycznych, takich jak: temperatura i stężenie, kontrolowanie względnej szybkości usuwania metalu z powierzchni i obszarów poniżej powierzchni, jak również zapewnienie jednorodnej szybkości trawienia dla wszystkich obszarów. Metoda "spin and spray" umożliwia szybkie usuwanie materiału, natomiast nie zawsze umożliwia wykonanie wzorów o dużej precyzji z uwagi na stosunkowo znaczne rozmiary kropelek. Rozwiązanie tego problemu udało się uzyskać poprzez konstrukcję odpowiedniej dyszy rozpylacza. W amerykańskim opisie patentowym nr 5,845,846 przedstawiono dwustopniowy rozpylacz, który ma umiejscowione w pobliżu dyszy rozpylacza cieczy dwie dodatkowe dysze przez które wyprowadzany jest gaz z prędkością naddźwiękową. W wyniku dużej szybkości uwalnianych gazów, a także powstałych w wyniku zderzeń obu strumieni oscylacji o częstotliwości ultradźwiękowej, następuje rozrywanie kropelek uwolnionych z rozpylacza cieczy.

Wymienione sposoby wykonywania wzorów topologii chociaż umożliwiają realizację precyzyjnych struktur nie nadają się do realizacji wzorów topologii dla warstw grubych o grubości 10÷25  $\mu\text{m}$ , z uwagi na fakt, że obrabiana w procesie fotolitograficznym nie wypalona warstwa gruba jest bardzo nietrwała i posiada bardzo słabą adhezję do podłoża. Ponadto w strukturze grubowarstwowej zazwyczaj występują znaczne różnice poziomów, co znacznie utrudnia procesy usuwania materiału w procesie wywoływania.

Stosowane obecnie nowoczesne światłoczułe kompozycje dla warstw grubych umożliwiają wykonywanie precyzyjnych wzorów topologicznych dla warstw grubych 10÷25  $\mu\text{m}$ . Po nałożeniu techniką sitodruku warstwę grubą poddaje się procesowi obróbki fotochemicznej, w której nienaświetlone promieniami UV fragmenty warstwy grubej zostają usunięte w procesie wywoływania. Sam proces wywoływania jest newralgiczny z kilku powodów; powinien umożliwić usuwanie warstw materiału o znacznej grubości oraz zapewnienie dużej rozdzielczości. Obecnie w technologii warstw grubych stosowane są dwie metody wywoływania. Pierwsza z nich polega na zastosowaniu tzw. kurtyny wywołującej, którą stanowi płaski strumień wywoływacza, który opłukuje przemieszczające się pod nim elementy poddawane procesowi wywoływania. Metoda druga polega na zastosowaniu metody "spin and spray" w której strukturę z warstwą światłoczułą po procesie naświetlenia umieszcza się na stoliku wirówki, natomiast wywoływacz dostarczany jest za pośrednictwem rozpylacza, który przemieszcza się radialnie w stosunku do osi wirówki. Ten drugi sposób jest korzystniejszy w stosunku do pierwszego ponieważ: zapewnia szybsze i skuteczniejsze usuwanie wytrawionego materiału, który nie zalega w stosunkowo głębokich zamkniętych niszach, natomiast rozpylone drobne cząsteczki roztworu wywoływacza nie uszkadzają precyzyjnych fragmentów wzoru warstwy grubej nie podlegającej procesowi usuwania. Należy jednak zaznaczyć, że pomimo znacznej poprawy, w zakresie wytwarzania precyzyjnych wzorów topologicznych według metody drugiej, realizacja linii grubych o szerokości poniżej 30  $\mu\text{m}$  jest trudna z uwagi na słabą przyczepność miękkiej pasty do podłoża. Subtelne wzory warstwy, w trakcie samego procesu wywoływania, mogą stosunkowo łatwo zostać przemieszczone przez uderzające kropelki wywoływacza lub roztworu płuczącego. Metoda rozpylania według patentu amerykańskiego 5,845,846 nie może w tym przypadku być wykorzystana z uwagi na dużą szybkość gazów wylotowych z dyszy rozpylacza, które mogłyby zerwać z powierzchni struktury wykonywane precyzyjne fragmenty struktury topologicznej.

Wymienione problemy zostały wyeliminowane dzięki zastosowaniu wynalazku.

Istota sposobu wywoływania wzorów precyzyjnych struktur grubowarstwowych polega na tym, że podłoża z nałożoną warstwą światłoczułą po uprzednim naświetleniu umieszcza się na stoliku wi-

rówki, który to stolik obraca się z prędkością obrotową w zakresie od 50 do 500 obrotów na minutę, a następnie opłukuje się podłoża z nałożoną kompozycją strumieniem zimnych par w postaci mgły roztworu wywołującego, przy czym korzystnie zimne pary roztworu wywołującego uderzają o podłoża z naniesioną warstwą światłoczułą ze znaczną prędkością, którą uzyskuje się dzięki zastosowaniu odpowiedniej dyszy zapewniającej wytworzenie strumienia zimnych par w kształcie długiej wąskiej kurtyny ustawionej radialnie w stosunku do osi obrotu stolika. W metodzie tej mgłę roztworu wywołującego wytwarza się za pomocą przetwornika ultradźwiękowego w zamkniętym cylindrze, w którym znajduje się niewielka w stosunku do jego objętości ilość roztworu wywołującego. Następnie mgłę wydmuchuje się przy pomocy wdmuchiwanego do cylindra sprężonego azotu lub innego gazu obojętnego, a następnie przy pomocy węża zakończonego szczelinową dyszą wylotową nakierowuje się na wąski radialny fragment obracającego się stolika.

Urządzenie do wywoływania wzorów precyzyjnych struktur grubowarstwowych według wynalazku ma co najmniej jeden generator mgły, który składa się z cylindra z umieszczonym w jego dnie przetwornikiem ultradźwiękowym, który z kolei połączony jest z generatorem wielkiej częstotliwości. Ponadto cylinder ma wejście sprężonego gazu, którego wyjście umiejscowione jest w dolnej części wewnątrz cylindra oraz ma w górnej części cylindra wyprowadzenie mgły w postaci kanału prowadzącego lub węża o dużej średnicy zakończonego dyszą szczelinową. Ponadto stolik obrotowy osłonięty jest miską ściekową wyposażoną w dren oraz kanał odprowadzający nieskondensowaną mgłę. Urządzenie ma kanał prowadzący w końcowej swej części, wyposażony w pierścień zbierający skroplony, na ściankach kanału prowadzącego, roztwór wywołujący, natomiast w pobliżu dyszy szczelinowej znajduje się odprowadzenie skroplonego roztworu wywołującego.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest odtworzony na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia schemat urządzenia do wywoływania wzorów precyzyjnych struktur grubowarstwowych, Fig. 2 przedstawia przekrój dyszy szczelinowej z elementami odprowadzającymi skroplony na ściankach kanału roztwór wywołujący.

Przykład procesu wykonania struktury warstwowej stosownie do sposobu według wynalazku.

Proces zawiera następujące czynności:

- nałożenie na podłoża ceramiczne techniką sitodruku światłoczułej kompozycji grubowarstwowej,
- suszenie warstwy po procesie sitodruku,
- naświetlenie struktury poprzez maskę promieniami UV, 15 sek, lampa Hg 500W,
- umieszczenie struktury na stoliku urządzenia do wywoływania precyzyjnych struktur grubowarstwowych,
- stopniowe zwiększanie obrotów wirówki do ok. 300 obrotów na minutę,
- wywoływanie: włączenie obu generatorów sterujących przetworniki ultradźwiękowe oraz otwarcie zaworów na okres 1 minuty wprowadzających azot do generatora mgły zawierającego roztwór wywołujący i generatora mgły zawierającego wodę dejonizowaną,
- płukanie: włączony generator sterujący przetwornik w generatorze mgły zawierający wodę dejonizowaną, oraz otwarty zawór wprowadzający azot, czas 20 sek,
- stopniowe zwiększenie obrotów wirówki do ok. 1000 obrotów na min, 20 sek,
- wyjęcie struktury z urządzenia.

Urządzenie do wywoływania precyzyjnych struktur grubowarstwowych według wynalazku ma stolik obrotowy na którym umieszcza się strukturę poddawaną procesowi wywoływania oraz co najmniej jeden generator mgły 1, który składa się z cylindra 2 z umieszczonym w jego dnie przetwornikiem ultradźwiękowym 3, który z kolei połączony jest z generatorem wielkiej częstotliwości 4, ponadto cylinder 2 ma wejście sprężonego gazu 5 którego wyjście umiejscowione jest w dolnej części wewnątrz cylindra 2 oraz ma w górnej części cylindra 2 wyprowadzenie mgły w postaci kanału prowadzącego lub węża o dużej średnicy 6 zakończonego dyszą szczelinową 7, ponadto stolik obrotowy osłonięty jest miską ściekową 8 wyposażoną w dren 9 oraz kanał odprowadzający nieskondensowaną mgłę 10. Duży przekrój kanału prowadzącego mgłę 6 jest istotny z uwagi na problem kondensacji mgły na ściankach kanału. Duży przekrój kanału zapewnia utrzymanie laminarnego przepływu strumienia mgły w kanale; maleje więc prawdopodobieństwo zderzeń cząsteczek mgły ze ściankami, a tym samym mniejsza część mgły ulega kondensacji. Problem ten jest niezwykle istotny, ponieważ powstałe w wyniku kondensacji krople w przypadku kontaktu z obrabianą strukturą są w stanie uszkodzić subtelną strukturę topologiczną. Tym niemniej niewielka część roztworu ulega kondensacji na ściankach kanału. Skroplony roztwór w pobliżu dyszy wylotowej 7 jest zbierany za pośrednictwem pierścienia 14.

Odpowiednie ukształtowanie dyszy umożliwia także zbieranie skroplonego na ściankach roztworu wywołującego, który odprowadzany osobnym przewodem 13 poza strefę oddziaływania mgły ze strukturą.

Zastosowanie wynalazku wywoływania za pośrednictwem zimnych par przy jednoczesnym zastosowaniu ruchu obrotowego posiada wiele korzystnych właściwości:

- Roztwór wywołujący w postaci mgły posiada dużą energię kinetyczną przy niewielkiej gęstości, co umożliwia penetrację do głębokich obszarów, skuteczny proces wywoływania i szybką jego wymianę.

- Natychmiastowe usuwanie skondensowanej na powierzchni podłoża mgły roztworu wywołacza, dzięki ruchowi obrotowemu stolika, uniemożliwia tworzenie się w wyniku kondensacji kropelek roztworu na powierzchni podłoża; Przemieszczające się po powierzchni podłoża krople roztworu są w stanie uszkodzić wykonywane subtelne fragmenty wzoru topologicznego.

- Dogodny proces technologiczny; podłoże podlegające procesowi wywoływania wkłada się do urządzenia suche i po wykonaniu procesów wywoływania i płukania, po odwirowaniu wyjmuje się suche.

- Oszczędny proces technologiczny; zużycie roztworów przy zastosowaniu mgły jest ponad pięciokrotnie mniejsze w stosunku do metody "spin and spray".

Opisane urządzenie zastosowano w procesie wywoływania światłoczułych warstw grubych, tym niemniej jest rzeczą oczywistą, że może być ono wykorzystane w procesach klasycznej fotolitografii przy takich operacjach jak: wywoływanie, płukanie, trawienie jak również może być zastosowane do nakładania emulsji.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wywoływania wzorów precyzyjnych struktur grubowarstwowych, **znamienny tym**, że podłoża z nałożoną warstwą światłoczułą po uprzednim naświetleniu umieszcza się na stoliku wirówki, który to stolik obraca się z prędkością obrotową w zakresie od 50 do 500 obrotów na minutę, a następnie opłukuje się podłoża, z nałożoną kompozycją, strumieniem zimnych par w postaci mgły roztworu wywołującego, przy czym korzystnie zimne pary roztworu wywołującego uderzają o podłoża z naniesioną warstwą światłoczułą ze znaczną prędkością, którą uzyskuje się dzięki zastosowaniu odpowiedniej dyszy zapewniającej wytworzenie strumienia zimnych par w kształcie długiej wąskiej kurtyny ustawionej radialnie w stosunku do osi obrotu stolika.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że mgłę roztworu wywołującego wytwarza się za pomocą przetwornika ultradźwiękowego w zamkniętym cylindrze, w którym znajduje się niewielka w stosunku do jego objętości ilość roztworu wywołującego, następnie mgłę wydmuchuje się przy pomocy wdmuchiwanego do cylindra sprężonego azotu lub innego gazu obojętnego, a następnie przy pomocy węża zakończony szczelinową dyszą wylotową nakierowuje się na wąski radialny fragment obracającego się stolika.

3. Urządzenie do wywoływania wzorów precyzyjnych struktur grubowarstwowych zawierające stolik obrotowy, **znamiennie tym**, że ma, co najmniej jeden generator mgły (1), który składa się z cylindra (2) z umieszczonym w jego dnie przetwornikiem ultradźwiękowym (3), który z kolei połączony jest z generatorem wielkiej częstotliwości (4), ponadto cylinder (2) ma wejście sprężonego gazu (5), którego wyjście umiejscowione jest w dolnej części wewnątrz cylindra oraz ma w górnej części cylindra (2) wyprowadzenie mgły w postaci kanału prowadzącego lub węża o dużej średnicy (6) zakończony dyszą szczelinową (7), ponadto stolik obrotowy osłonięty jest miską ściekową (8) wyposażoną w dren (9) oraz kanał odprowadzający nieskondensowaną mgłę (10).

4. Urządzenie według zastrz. 3, **znamiennie tym**, że ma kanał prowadzący (6) w końcowej swej części wyposażony w pierścień (14), zbierający skroplony na ściankach kanału prowadzącego roztwór wywołujący (11), natomiast w pobliżu dyszy szczelinowej (7) znajduje się odprowadzenie skroplonego roztworu wywołującego (13).

Rysunki

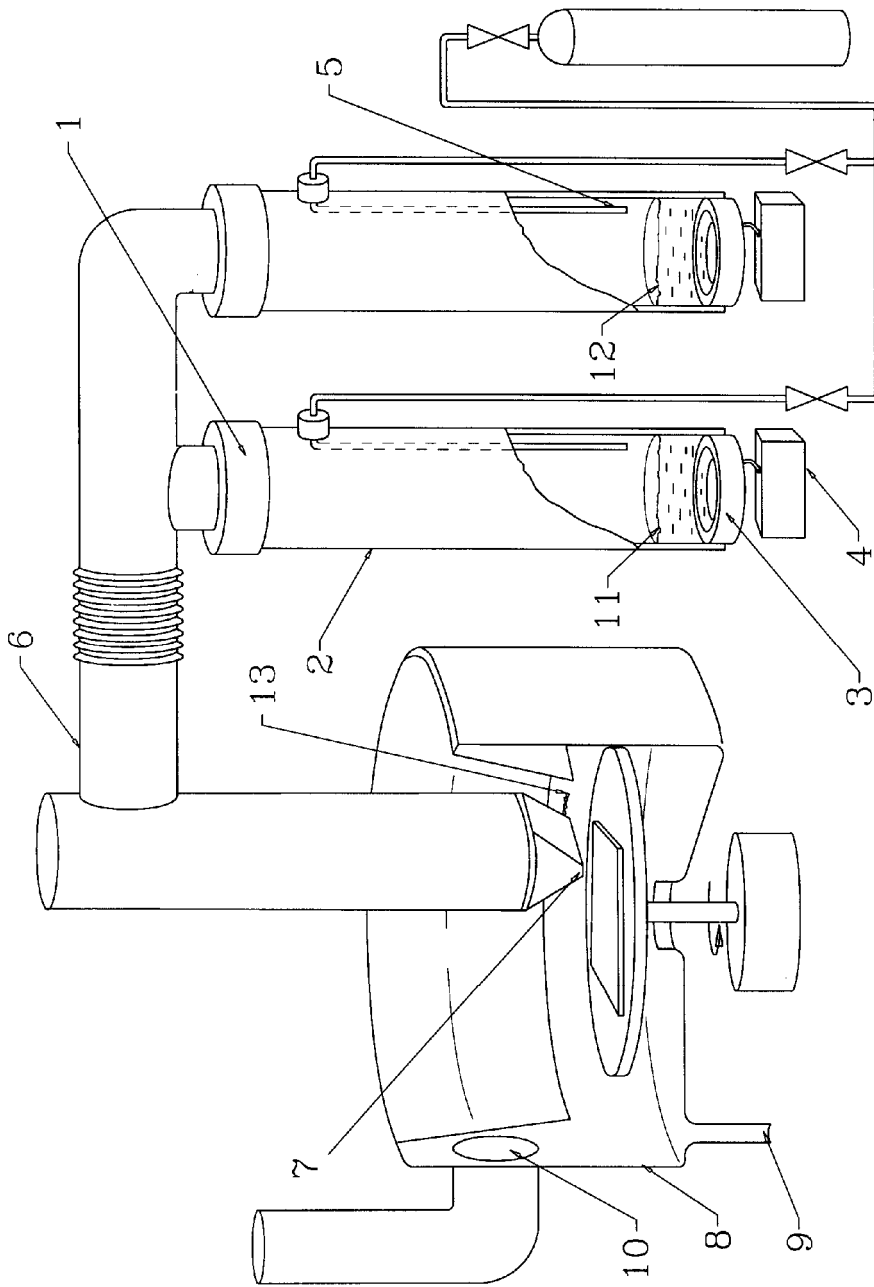


Fig. 1

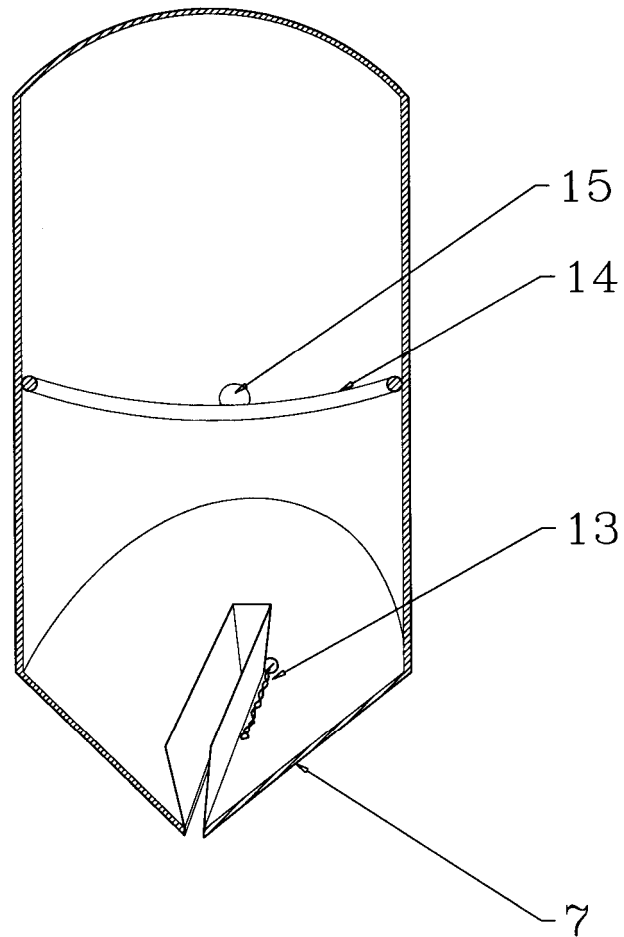


Fig. 2