

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY

56021

Patent dodatkowy
do patentu _____

Kl. 57 a, 5/03

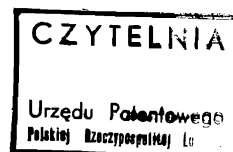
Zgłoszono: 12.III.1966 (P 113 463)

Pierwszeństwo: _____

MKP G 03 b 24/52

Opublikowano: 10.X.1968

UKD



Współtwórcy wynalazku: mgr inż. Jan Reluga, mgr inż. Jan Groszyński

Właściciel patentu: Instytut Maszyn Matematycznych, Warszawa (Polska)

Urządzenie do wykonywania fotomasek i wzorców kreskowych

1 Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do wykonywania fotomasek i wzorców kreskowych metodą fotograficzną, które umożliwia zastąpienie wykonywania pracochłonnych i dokładnych rysunków wzorca oraz ich kolejnych zmniejszeń, przenoszonych następnie na płytki pokryte emulsją światłoczułą, bezpośrednim nanoszeniem żadanego rysunku na płytkę przez urządzenie sterowane według programu zapisanego na taśmie i odczytywanego w czytniku.

Jednocześnie z rozwojem zminiaturyzowanych układów z elementami półprzewodnikowymi, systemów druków oraz płytek mikromodułowych, powstała konieczność poszukiwania różnych technik i technologii, zapewniających właściwe i szybkie wykonywanie wzorców kreskowych. Jedną z takich technik jest technika stosowania szablonów maskujących, które umożliwiają odwzorowanie rysunku poszczególnych elementów na powierzchni światłoczułej, tak zwane fotomaski. Fotomaska jest więc rysunkiem całego obwodu elektrycznego lub jego poszczególnych fragmen-
tów, wykonanym precyzyjnie na kliszy fotograficznej.

W procesie technologicznym tworzenia dowolnych układów półprzewodnikowych, fotomaska stosowana jest w ten sposób, że jej rysunek nakłada się na płytkę podstawową pokrytą warstwą światłoczułą poprzez naświetlenie tej warstwy przez fotomaskę i na powierzchni płytki podsta-

2 wowej tworzy się negatyw rysunku fotomaski. Operacja naświetlania płytki podstawowej może powtarzać się kilkakrotnie poprzez szereg fotomasek, zależnie od stopnia złożoności samego obwodu elektrycznego, przy czym wszystkie kolejne fotomaski muszą być wykonane z odpowiednią dokładnością, dla zapewnienia dobrego odwzorowania poszczególnych rysunków na płytce podstawowej. Po wykonaniu naświetlenia i wywołaniu, spłukuje się następnie emulsję z miejsc nie-naświetlonych tworząc odpowiednie pola rysunku, pozostała zaś na płytce służy jako warstwa ochronna w procesach napyłania lub dyfuzji. Operacje takie mogą być powtarzane wielokrotnie i umożliwiają tworzenie obwodów wielowarstwowych.

Przeznaczenie fotomasek, a szczególnie dla tworzenia układów wielowarstwowych, nakłada na technologię ich wykonania ostre wymagania dotyczące dokładności odwzorowania rysunku na płytce podstawowej. Ponadto dokładność położenia krawędzi rysunku fotomaski sięga rzędu 2 mikronów, a cały proces powstawania musi przebiegać w warunkach absolutnej czystości. Do wykonania fotomasek stosuje się powszechnie technikę dużych zmniejszeń. Wzór rysowany jest w odpowiednim powiększeniu i przenoszony następnie na kliszę światłoczułą drogą kolejnego fotografowania rysunku przy odpowiednim zmniejszeniu go do żądanych wymiarów.

Uzyskanie tą drogą dokładnego odwzorowania złożonych rysunków jest niezmiernie trudne i pracochłonne, a sam rysunek musi być wykonywany na koordynatografach, na specjalnym papierze zachowującym niezmiennosć wymiarów w różnych warunkach atmosferycznych. Zmniejszenia fotograficzne wykonuje się zazwyczaj bardzo drogimi aparatami, o dokładnej optyce, ustawionych na ciężkich betonowych fundamentach. Zdarza się również często, że rysunek wymaga powielenia lub też składa się z szeregu powtarzalnych elementów, wówczas powstaje tylko jeden taki element na fotomasce, a następnie jest on powielany różnymi metodami żadaną ilość razy. W takich przypadkach powstaje potrzeba nanoszenia dodatkowo odpowiednich znaków bazowych, które umożliwiają powtarzalność usytuowania rysunku na fotomasce i na płytce.

Znane są urządzenia do powielania rysunków metodą stykową, w których na przesuwym skokowo stole typu „step and repeat” fotografuje się płytkę podstawową poprzez fotomaskę. Urządzenia te są jednak mało przydatne w przypadkach konieczności nakładania kilku rysunków na siebie. Znane są urządzenia przenoszące rysunek na płytkę podstawową metodą projekcyjną, która daje możliwość uzyskania większych dokładności, ponieważ w ostatnim stopniu zmniejszenia obiektów fotograficzny przyrząd pracuje wąskim pękiem promieni przyosiowych, gdzie jak wiadomo są najmniejsze błędy aberracji optycznych, ale są to urządzenia kosztowne i kłopotliwe w obsłudze.

Wzajemne usytuowanie rysunku na fotomaskach wymaga dodatkowo w tym urządzeniu wprowadzenia specjalnych znaków centrujących, co z kolei wymaga stosowania specjalnie justowanych ramek służących jako uchwyty dla fotomasek. Znane są również inne urządzenia, na których fotomaski wykonywane są przez naświetlenie emulsji na płytce umieszczonej na stole obrotowym. Urządzenia takie wymagają jednak stosowania systemu analizującego wzorzec. Przegląd znanych urządzeń do wykonywania fotomasek wykazał ponadto, że wszystkie stosowane powszechnie techniki wymagają wykonania wzorca w formie rysunku, który następnie podlega zmniejszeniu różnymi sposobami.

Celem wynalazku jest opracowanie takiego urządzenia, które umożliwi bezpośrednie nanoszenie, dowolnie złożonego rysunku na fotomaskę, bez potrzeby wykonywania wzorca, który następnie jest przenoszony na płytkę drogą kolejnych zmniejszeń fotograficznych.

Cel ten osiągnięto dzięki opracowaniu urządzenia, wyposażonego w stół krzyżowy o ruchu w dwu prostopadłych kierunkach oraz w kolumnę fotograficzno-optyczną, które stanowi sprężony funkcjonalnie zespół elementów mechanicznych i elektronicznych, składający się z elektronicznego zespołu sterującego, układów odczytu położenia stołu działających na obu kierunkach jego posuwu, czytnika taśmy, sprężonego mechanicznie ze śrubą pociągową oraz silnikiem napędowym i przekładnią, przy czym elektroniczny zespół sterujący jest organem odczytującym i koordynującym pracę migawki fotograficznej i posu-

wów stołu z programem odczytywanym w czytniku.

Urządzenie stanowiące przedmiot niniejszego wynalazku w odróżnieniu od znanych metod i urządzeń do wykonywania fotomasek lub wzorców kreskowych posiada szereg zalet, czyniących je atrakcyjnym i wygodnym w użytkowaniu. Do jego istotnych zalet należy zaliczyć nieporównywalnie niski koszt wytwarzania fotomasek w stosunku do innych metod. Urządzenie to nie wymaga wykonywania bardzo pracochłonnych rysunków, których dokładność decyduje o jakości fotomaski. Eliminuje tym samym potrzebę stosowania drogich aparatów fotograficznych do zmniejszeń, zapewniając równocześnie możliwość powtarzalności wykonania fotomasek o identycznych wymiarach. Dzięki temu urządzeniu wpływ na dokładność wykonania fotomaski ograniczono w zasadzie tylko do rozwiązania dokładności posuwów stołu oraz do czasu przebiegu impulsów, który jak wiadomo jest niezmiernie mały i nie ma istotnego wpływu na dokładność.

Opisane urządzenie umożliwia praktycznie wprowadzenie pełnej automatyzacji, eliminując do minimum udział obsługującego w procesie powstawania fotomaski. Do niewątpliwych zalet zaliczyć również należy takie elementy, jak łatwość przechowywania wzorca bez obawy o jego zniszczenie, możliwość wprowadzania zmian w rysunku ograniczającą się do wymiany całego programu lub jego części oraz łatwość powtarzania programu w różnym czasie, jak również możliwość jego powielania. Ta ostatnia zaleta ma szczególne znaczenie przy produkcji seryjnej miniaturowych wzorców kreskowych lub fotomasek. Ponadto dokładność wykonania kilku identycznych fotomasek jest cechą szczególnie cenną w procesie produkcji elementów mikromodułowych. Urządzenie według wynalazku pozwala poza tym na nanoszenie rysunków, bezpośrednio na płytki technologiczne, na których ma powstać żądany obwód elektryczny.

Wynalazek zostanie bliżej wyjaśniony na przykładzie wykonania przedstawionym na rysunku.

Urządzenie składa się ze sztywnego korpusu 1, na którym umieszczony jest stół krzyżowy 2 posiadający możliwość ruchu w dwóch prostopadłych kierunkach x i y. Na stole krzyżowym 2 umieszczona jest nieruchomo kaseta 3, wewnątrz której znajduje się płytka podstawowa 4 pokryta emulsją światłoczułą, na którą to emulsję nanoszony jest rysunek. Nad stołem krzyżowym 2, na odpowiedniej kolumnie umieszczony jest układ oświetlająco-optyczny 5 z migawką fotograficzną i szczeliną wzorcową formującą wiązkę promieni świetlnych, która dokonuje naświetlania emulsji światłoczułej na płytce 4.

Cały układ fotooptyczny 5 wraz ze stołem krzyżowym 2 i kaseta 3 osłonięty jest od zewnątrz światłoszczelnym miechem elastycznym 6. Stół krzyżowy 2 wyposażony jest w fotoelektryczne układy 7, 8 odczytu położenia stołu, przy czym układ 7 współpracuje z liniałem 9 i jest układem liniowym, natomiast układ 8 współpracuje kąto-wo z tarczą 10 osadzoną na śrubie pociągowej 11 stołu krzyżowego 2. Za śrubą pociągową 11 spręż-

żony jest czytnik 12 służący do odczytu programu z taśmy perforowanej lub innej oraz silnik napędowy 14 napędzający śrubę pociągową 11 poprzez przekładnię 13. Zarówno czytnik 12 jak i silnik 14 z przekładnią 13 umieszczone są na stole 2, identycznie jak w przypadku układów 7 i 8 odczytu położenia stołu. Układy fotoelektryczne (7), (8), migawka fotograficzna układu oświetlająco-optycznego 5, czytnik taśmy 12 oraz silnik 14 połączone są z elektronicznym zespołem sterującym „EVS” 15, który spełnia rolę układu koordynującego działania poszczególnych zespołów w funkcji programu zapisanego na taśmie i analizowanego w czytniku 12.

Zasada działania urządzenia oraz sposób wykonywania fotomasek przedstawia się następująco. W płaszczyźnie przedmiotowej układu oświetlająco-optycznego 5 umieszczone są: maskownica formująca strumień świetlny w żądany kształt oraz przesłona migawki fotograficznej sterowana elektrycznie, której położenie wyznaczone jest przez sygnały przechodzące z elektronicznego zespołu sterującego 15. Obraz otworu maskującego rzutowany jest przez obiektyw na emulsję światłoczułą płytki 4 umieszczonej w kasecie 3. Nano-szenie rysunku na płytkę 4 odbywa się w ten sposób, że nad przesuwającym się stołem 2 następuje otwarcie przesłony migawki i padający przez maskownicę, odpowiednio uformowany strumień świetlny naświetla emulsję, przy czym kształt i wielkość szczeliny formującej strumień świetlny, mogą być nastawione ręcznie lub uzyskiwane przez wymianę odpowiednich szablonów. Należy dodatkowo podkreślić, że działanie przesłony migawki może być dwójakiego rodzaju:

pierwszy, przy którym pierwszy impuls przychodzący z elektronicznego zespołu sterującego 15 powoduje otwarcie przesłony migawki, a drugi zamknięcie,

drugi, przy którym na impuls przychodzący z elektronicznego zespołu sterującego 15 następuje otwarcie przesłony migawki i trwa ono przez okres czasu nastawiony ręcznie.

Stosowanie pierwszego rodzaju pracy migawki powoduje ekspozycję emulsji w czasie określonym bezpośrednio z programu zapisanego na taśmie, a przy jednoczesnym włączeniu posuwów stołu 2 otrzymuje się naświetlenie emulsji w formie żadanego rysunku fotomaski, określonego wymiarami szczeliny formującej oraz wielkością posuwów stołu 2. Wykonany w ten sposób rysunek może mieć dowolny kształt odwzorowujący ściśle zapisany na taśmie program, przy czym kształt powierzchni eksponowanej może być ciągły lub przerywany. Ten rodzaj pracy migawki ma szczególne zastosowanie przy wykonywaniu fotomasek typu miniaturowych obwodów drukowanych.

Stosowanie drugiego rodzaju pracy migawki daje ekspozycję emulsji w czasie nastawionym, z tym, że rozpoczęcie ekspozycji następuje zgodnie z programem zapisanym na taśmie na impuls przychodzący z elektronicznego zespołu sterującego 15. Ten rodzaj pracy migawki ma szczególne zastosowanie przy wykonywaniu wzorców kres-

kowych. Nie oznacza to jednak ograniczenia możliwości zastosowania poszczególnych rodzajów pracy migawki do wykonywania określonych rodzajów fotomasek.

Elektroniczny zespół sterujący 15 wysyła sygnały sterujące do migawki na podstawie informacji uzyskanych z czytnika 12 i układów 7, 8 odczytu położenia stołu. Podczas ruchu stołu 2, z elektronicznym zespołem sterującym 15 współpracuje jeden lub drugi komplet układów odczytu położenia stołu oraz czytnik 12, odpowiednio dla przesuwu x lub y, poprzez odbieranie impulsów otrzymywanych z tarczy kodowej układu 8 lub liniału 9 i porównywanie ich z impulsami z czytnika 12, odczytującego program zapisany na taśmie. Czytnik 12 oraz układy 7 lub 8 odczytu położenia stołu są tak zsynchronizowane, aby impuls z układu 7 lub 8 odczytu położenia stołu nadchodził w czasie, gdy nad elementami odczytującymi znajduje się taśma w pozycji gotowej do odczytu.

Odczytywanie taśmy w czytniku 12 następuje w momencie nadejścia impulsu z układów 7 lub 8 odczytu położenia stołu i wtedy zależnie od zapisu na taśmie odczytany zostaje sygnał otwarcia migawki albo jej zamknięcia lub też sygnał otwarcia migawki z samoczynnym zamknięciem.

Możliwy jest również taki wariant rozwiązania urządzenia, w którym czytnik 12 sprzężony ze śrubą pociągową 11 zastąpiony jest czytnikiem skokowym taśmy perforowanej. Praca takiego układu przebiega w ten sposób, że taśma w czytniku 12 stoi nieruchomo, a odczyt zostaje dokonany w momencie nadejścia impulsu z układu 7 lub 8 odczytu położenia stołu i wówczas elektroniczny zespół sterujący 15 ustawia odpowiednie położenie migawki, zaś taśma perforowana z pewnym niezbędnym opóźnieniem przesuwana jest skokowo w następne położenie odczytowe. Czytnik 12 o ruchu taśmy ciąglem lub skokowym, z taśmą perforowaną lub inną, zsynchronizowany jest zawsze z posuwem stołu 2.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do wykonywania fotomasek i wzorców kreskowych metodą fotograficzną, wyposażone w stół krzyżowy o ruchu w dwóch prostopadłych kierunkach oraz układ oświetlająco-optyczny, **znamiennie tym**, że składa się z elektronicznego zespołu sterującego (15), układów odczytu (7), (8) położenia stołu, zsynchronizowanych z czytnikiem (12) sprzężonym mechanicznie ze śrubą pociągową (11) oraz z silnikiem napędowym (14) i przekładnią (13), przy czym elektroniczny zespół sterujący (15) jest organem koordynującym pracę migawki fotograficznej i posuwu stołu (2) z programem odczytywanym w czytniku (12).
2. Urządzenie według zastrz. 1 i 2, **znamiennie tym**, że układy odczytu (7), (8) położenia stołu (2) sprzężone są elektrycznie z czytnikiem (12) i elektronicznym zespołem sterującym (15).
3. Urządzenie według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że migawka fotograficzna sprzężona jest elektrycznie z czytnikiem 12, który wysyła impulsy poprzez elektroniczny zespół sterujący 15 zgodnie z zapisanym na taśmie programem.

