



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

239262

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.⁴

H 01 J 3/26

/22/ Přihlášeno 25 05 83
/21/ PV 3682-83

(40) Zveřejněno 14 05 84

(45) Vydáno 16 02 87

(75)

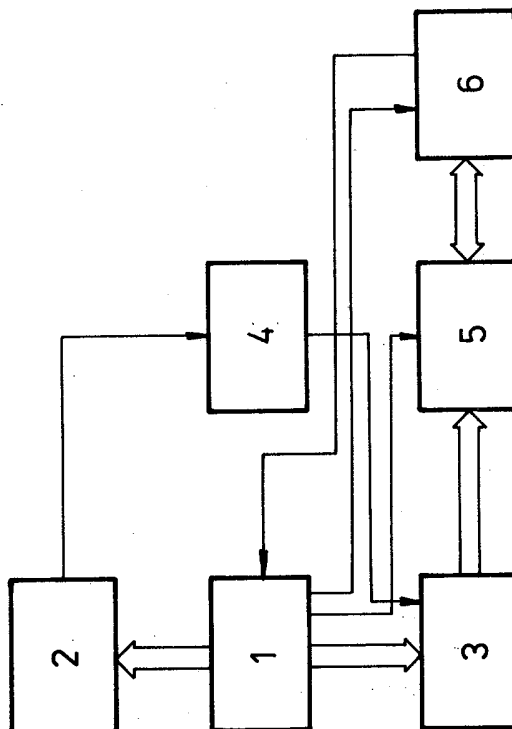
Autor vynálezu

VAŠINA PETR RNDr.; FRANK LUDĚK RNDr., BRNO

(54) Zapojení pro vyhledávání vztažné značky na exponovaném substrátu
v elektronovém litografu

Zapojení je určeno pro vyhledávání
vztažné značky na exponovaném substrátu
pro upřesnění polohy exponované kresby.

Podstatou zapojení je, že vychylovací
generátor, ovládající vychylování svazku
v elektronovém litografu, je současně spojen
přes registry s pamětí RAM, která je připo-
jena k mikroprocesorovému systému oboustran-
ně spojenému s vychylovacím generátorem,
přičemž výstup videosignálu optické soustavy
je spojen přes procesor s registry.



Vynález se týká zapojení pro vyhledávání vztažné značky na exponovaném substrátu v elektronovém litografu, která slouží pro upřesnění polohy exponované kresby.

Při přímé expozici masek jednotlivých technologických vrstev struktury integrovaného obvodu na křemíkový substrát je zásadním problémem dosažení přesného soukrytu exponovaných kreseb.

Metoda soukrytování musí zahrnovat opatření zajišťující přesně reprodukovatelné umístění substrátu do stolu elektronového litografu a spolehlivou manipulaci se souřadným systémem elektromagnetického vychylování exponujícího elektronového svazku včetně opravy na skutečnou polohu stolu.

Tyto problémy jsou principiálně řešitelné, i když se značnými potížemi. Situace je však dále komplikována možnou deformací substrátu při jeho opracovávání příslušnými technologickými operacemi mezi expozicemi.

Tuto záležitost by již nebylo možné řešit bez zavedení systému vztažných značek na povrchu substrátu likvidujícího současné i předchozí nedostatky. Vztažné značky jsou malé jednoduché obrazce, obvykle standardního tvaru a rozměrů, které jsou na substrátu rozmístěny tak hustě, aby měření jejich souřadnic poskytovalo dostatek údajů pro zjišťování skutečné polohy exponujícího elektronového svazku vzhledem k již naexponovaným kresbám předchozích technologických vrstev.

Je obvyklé umisťovat jednu anebo i více značek v každém expozičním poli elektronového litografu. Poněvadž doba expozice jednoho expozičního pole je řádu desetin sekundy až sekund, je z hlediska provozních parametrů elektronového litografu zcela nezbytné vyhledávání vztažné značky plně automatizovat.

Metody automatického vyhledávání vztažné značky, které byly doposud uveřejněny, lze rozdělit do dvou kategorií, jde o metody zpracování obrazu značky a jejího okolí "on-line" a "off-line".

Při zpracovávání off-line je třeba mít k dispozici obrazovou paměť. Obraz oblasti, v níž předpokládáme vztažnou značku, je rastrovacím způsobem sejmuto, digitalizováno a uloženo do obrazové paměti.

Data z obrazové paměti jsou pak počítačově zpracovávána pomocí vhodného algoritmu, jehož cílem je nalézt v digitální verzi obrazu útvar podobný vztažné značce a vypočítat přesné souřadnice, např. jeho těžiště.

Nevýhodou této metody je nutnost obrazové paměti a poměrná pomalost zpracovávání velkého objemu dat. Opačný extrém představuje metoda přímého "on-line" zpracovávání videosignálu v průběhu rastrování oblastí vztažné značky.

Vzhledem k přítomnosti obrazového šumu a k nutnosti vyhodnocovat obě souřadnice značky, vychází procedura zpracování videosignálu velmi komplikovaná, a tedy např. málo přizpůsobivá změnám ve tvaru a kontrastu obrazu vztažné značky, k nimž může v průběhu zpracování substrátu docházet.

Dosavadní nevýhody odstraňuje zapojení pro vyhledávání vztažné značky na exponovaném substrátu v elektronovém litografu, jehož podstatou je, že vychylovací generátor prvními výstupy spojený s optickou soustavou elektronového litografu je druhými výstupy spojen přes registry s pamětí RAM spojenou obousměrnou sběrnicí s mikroprocesorovým systémem spojeným obousměrně s vychylovacím generátorem, který je ještě spojen se zapisovacím vstupem paměti RAM, přičemž výstup videosignálu optické soustavy je spojen přes videoprocessor se strobovacím vstupem registrů.

Předností zapojení pro vyhledávání vztažné značky podle vynálezu je, že představuje určitý kompromis mezi oběma uvedenými metodami "on-line" a "off-line" a spojuje většinu výhod obou.

On-line část této metody zahrnuje jen poměrně jednoduché a tedy snadno kontrolovatelné a nastavitelné zpracování videosignálu spočívající v detekci změny videosignálu na hraně značky, např. postupným průchodem přes dvě dosti daleko od sebe umístěné rozhodovací hladiny.

Na druhé straně je objem paměti potřebné pro zápis souřadnic opěrných bodů podstatně menší než objem úplné obrazové paměti a mimo to je dodatečné zpracování předzpracovaných redukovanych dat mnohem rychlejší.

Praktický příklad zapojení podle vynálezu je na obr. 1 na přiloženém výkrese. Jako vychylovací generátor a procesor pro zpracování videosignálu lze například použít zařízení podle čs. autorských osvědčení č. 225 975 a č. 223 331.

Vychylovací generátor 1 je svými prvními výstupy spojen s vychylovacími vstupy optické soustavy 2 elektronového litografu a svými druhými výstupy se vstupy registrů 3. Optická soustava 2 je dále svým výstupem videosignálu spojena se vstupem videoprocesoru 4, který je výstupem spojen se strobovacím vstupem registrů 3, které jsou svými výstupy spojeny se vstupy paměti 5 RAM, která je obousměrnou sběrnici propojena s mikroprocesorovým systémem 6.

Vychylovací generátor 1 je výstupem zpětného řádkového běhu spojen se zapisovacím vstupem paměti 5 RAM. Mikroprocesorový systém 6 je obousměrně propojen s vychylovacím generátorem 1.

Za provozu pracuje zařízení takto: Mikroprocesorový systém 6 dá pomocí startovacího signálu vychylovacímu generátoru 1 příkaz ke startu vychylovacího cyklu. Vychylovací generátor 1 začne prostřednictvím trasy tvořené číslicově analogovým převodníkem a zesilovačem vychylovat elektronový svazek v optické soustavě 2 elektronového litografu tak, že je střídavě dvěma navzájem kolmými systémy řádků rastrována oblast, v níž je předpokládáno umístění vztažné značky.

Videosignál z optické soustavy 2 je přiváděn do videoprocesoru 4, který vyhodnotí v obraze hrany značky, jakožto skokové změny videosignálu o určité minimální výšce. Výsledný signál indikující přítomnost hrany je přiváděn ke vzorkovacím vstupům registrů 3, čímž se do registrů 3 zapíše okamžité stavy čítačů vychylovacího generátoru 1.

V každém řádku nebo sloupci vychylování je možné zapsat údaje o určitém maximálním počtu hran, např. o čtyřech hranách. Po skončení řádku nebo sloupce vychylování vyše vychylovací generátor 1 koncový signál, který přepíše údaj o hranách z registrů 3 do paměti 5 RAM a údaje o poloze průsečíku hrany s řádkem nebo sloupcem vychylování tvoří adresu paměti 5 RAM a údaje o poloze průsečíku hrany s řádkem nebo sloupcem vychylování tvoří zapisovaná data.

Mikroprocesorový systém 6 na svém vstupu testuje konec snímkového přeběhu /cyklu/ vychylovacího generátoru 1. Po skončení cyklu vypočte pak z údajů zapsaných v paměti 5 RAM, tj. ze souřadnic opěrných bodů, polohu středu /těžiště apod./ vztažné značky.

Na počátku procedury je tedy elektronový svazek litografu vychýlen do oblasti expozičního pole, v níž je předpokládána vztažná značka. Pak je poloha svazku v malém rozmezí rozmítána a tím je získáno rastrované elektronově optické zobrazení oblasti vztažné značky.

Rastrování elektronového svazku je řízeno digitálně, takže jsou v každém okamžiku

k dispozici v digitální podobě souřadnice elektronového svazku, např. vzhledem ke středu oblasti. Snímaný videosignál, úměrný např. proudu sekundárních nebo odražených elektronů, je zpracováván co do zjišťování skokových změn odpovídajících hraně značky.

V okamžiku zjištění průchodu hranou se souřadnice polohy elektronového svazku zapíše do paměti jako souřadnice opěrného bodu. Úspěšnost detekce hran lze pro danou technologickou vrstvu jednorázově zajistit nastavením úrovně a zesílení videozesilovače při rastrování přes oblast vztažné značky.

Při ručním nastavování k tomu lze využít osciloskopického zobrazení videosignálu. Aby byly opěrné body rovnoměrně rozmístěny po obvodu vztažné značky, je účelné rastrovat střídavě nebo postupně, např. ve dvou navzájem kolmých směrech.

Po ukončení jednoho snímkového přeběhu zobrazení je soubor opěrných bodů uzavřen. Další počítačové zpracování tohoto souboru může zahrnovat některé kontroly, v principu je však velmi jednoduché. Poněvadž jako vztažná značka bývá zásadně používán středově symetrický obrazec, je střed vztažné značky totožný s jejím těžištěm, jehož souřadnice lze například určit jako aritmetický průměr souřadnic opěrných bodů.

Tuto jednoduchou operaci lze s daným nevelkým souborem dat provést poměrně velmi rychle. S výhradou nutnosti nastavení videozesilovače a omezení velikostí zorného pole je tento způsob vyhledávání vztažné značky nezávislý na jejím provedení, tvaru a velikosti.

Zařízení podle vynálezu lze použít pro automatické vyhledávání vztažné značky na exponovaném substrátu v elektronovém litografu.

P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

Zapojení pro vyhledávání vztažné značky na exponovaném substrátu v elektronovém litografu, vyznačené tím, že vychylovací generátor /1/ prvními výstupy spojený s optickou soustavou /2/ elektronového litografu je druhými výstupy spojen přes registry /3/ s pamětí /5/ RAM spojenou obousměrnou sběrnicí s mikroprocesorovým systémem /6/ spojeným obousměrně s vychylovacím generátorem /1/, který je ještě spojen se zapisovacím vstupem paměti /5/ RAM, přičemž výstup videosignálu optické soustavy /2/ je spojen přes procesor /4/ se strobovacím vstupem registrů /3/.

1 výkres

239262

