

ČESKOSLOVENSKÁ
SOCIALISTICKÁ
REPUBLIKA
(19)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

248797

(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴
H 01 L 21/02

(22) Přihlášeno 03 10 85
(21) PV 7112-85

(40) Zveřejněno 17 07 86
(45) Vydáno 15 12 87

(75)

Autor vynálezu

ROTHBAUER MILOŠ ing., NOVOTNÝ ZDENĚK ing., PRAHA

(54) Způsob tvarování kovových vrstev pro polovodičové součástky

Způsob tvarování kovových vrstev pro polovodičové součástky spočívá v tom, že fotorezistivní maska se přenáší do dielektrické vrstvy nebo do několika na sobě ležících vrstev dielektrika, kombinací anizotropního leptání reaktivních plynů směrovaných elektrickým polem kolmo k povrchu leptané vrstvy a izotropního leptání v plazmatu reaktivních plynů odstíněném Faradayovou klecí nebo chemickou cestou v roztocích leptadel, například na bázi fluoridu amonného, přičemž tloušťka dielektrické vrstvy se volí větší než tloušťka naneseného kovu.

Výhodou tohoto způsobu je rozměrově přesný přenos motivu z fotorezistivní masky do dielektrické vrstvy a získání přesně definované hrany profilu pro nanesení a vytváření kovové vrstvy.

Vynález se týká způsobu tvarování kovových vrstev pro polovodičové součástky, využívajícího technologie nanášení kovových vrstev přes fotorezistorovou masku a dielektrickou vrstvu, nebo několik na sobě ležících dielektrických vrstev.

Tenké vrstvy kovů, které slouží jako kontakty nebo propojovací vrstvy u polovodičových součástek a integrovaných obvodů, se zpravidla nanáší na povrch polovodičové desky některým ze způsobů nanášení kovu ve vakuu, například napařováním, naprašováním apod. a do požadovaných motivů se tvarují leptáním přes masku z fotorezistoru. Druhý způsob tvarování motivů spočívá ve vytvoření masky ve vrstvě fotorezistoru, následném nanesení kovů a odplavení přebytečného kovu spolu s fotorezistorem ve vhodném rozpouštědle, tak zvanou technikou lift-off.

V dalším popise se bude jednat pouze o druhý způsob tvarování, to znamená nanášení kovu přes fotorezistorovou masku. Tato technologie umožňuje přesnější tvarování kovových vrstev do jemnějších motivů, mikronových až submikronových, než technologie leptání kovové vrstvy přes fotorezistorovou masku. Úspěšně lze touto technikou tvarovat tenké kovové vrstvy pouze při dodržení následujících předpokladů: a) vrstva fotorezistoru musí být silnější než vrstva tvarovaného kovu, b) úhel mezi horní plochou fotorezistoru a boční hranou profilu masky, tj. otvoru, musí být ostrý, a nebo c) horní část profilu fotorezistoru musí přečnívat nad částí spodní, která leží na povrchu polovodičové desky.

Správného tvaru hrany fotorezistorové masky lze například u pozitivních fotorezistorů dosáhnout máčením v organických rozpouštědlech na bázi aromatických uhlovodíků jako je toluen, xylen, chlorbenzen apod. před nebo po expozici ultrafialovým světlem.

Nevýhodou postupu s použitím pouze fotorezistorové masky je těžko reprodukovatelné získání správného profilu hrany fotorezistoru a v některých případech malá odolnost masky při leptání před nánosem kovu. Důsledkem toho je nereprodukovatelnost v rozměrech tvarovaného motivu kovové vrstvy a vznik otřepů na hraně motivu kovu. Tyto otřepy mohou být příčinou vzniku nežádoucích zkratů v motivu i mezi jednotlivými nad sebou ležícími propojovacími vrstvami při víceúrovňové metalizaci v integrovaných obvodech.

Do jisté míry lze tyto nedostatky potlačit použitím dielektrické vrstvy pod fotorezistorovou maskou. Při přenosu motivu do dielektrické vrstvy izotropním leptáním dochází zpravidla k velkému podleptání fotorezistorové masky a tím k nežádoucí změně rozměrů a po nanesení kovu ke vzniku kovem nezaplňených prostorů.

Při použití anizotropního způsobu leptání dielektrické vrstvy, využívajícího fyzikálně chemických principů, nedojde k vytvoření požadovaného profilu hrany pro technologii nanášení kovu přes fotorezistorovou masku a při nánosu kovu opět vznikají nežádoucí otřepy.

Další nevýhodou je možná nevratná destrukce polovodičového materiálu v důsledku bombardu vysoce energetickými ionty, například u arzenidu galia, a nebo naleptání povrchu polovodičového materiálu, například u křemíku.

Uvedené nedostatky odstraňuje způsob tvarování kovových vrstev pro polovodičové součástky, využívající technologie nanášení kovových vrstev přes fotorezistorovou masku a dielektrickou vrstvu, nebo několik na sobě ležících vrstev, podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že fotorezistorová maska se přenáší do dielektrické vrstvy nebo do několika na sobě ležících dielektrických vrstev, kombinací anizotropního leptání v plazmatu reaktivních plynů směřovaných elektrickým polem kolmo k povrchu leptané vrstvy a izotropního leptání v plazmatu reaktivních plynů odstíněném Faradayovou klecí nebo chemickou cestou v roztocích leptadel, například na bázi fluoridu amonného, přičemž tloušťka dielektrické vrstvy se volí větší než tloušťka naneseného kovu.

Dalším význakem vynálezu je, že se dielektrická vrstva zaleptá anizotropním leptáním, přičemž se ponechá zbytková tloušťka 10 až 200 nm, nejlépe 50 až 100 nm, která se proleptá izotropní metodou.

Výhodou anizotropního leptání je rozměrově přesný přenos motivu z fotorezistorové masky do dielektrické vrstvy. Anizotropní leptání se zastaví před úplným proleptáním dielektrické vrstvy, u polovodičového materiálu, u kterého by mohlo dojít k narušení energetickými ionty, například u arzenidu galia. V případě polovodičového materiálu, kde narušení nehrozí, se může proleptat dielektrická vrstva úplně. Následné použití izotropní metody leptání umožní získání přesně definované hrany profilu pro nanesení a vytvarování kovové vrstvy. Tímto leptáním nedojde k poškození povrchu polovodičového materiálu energetickými ionty.

V dalším je podrobněji popsána podstata vynálezu s odkazem na připojené výkresy, kde: obr. 1 znázorňuje nedostatky známých způsobů tvarování kovových vrstev pro polovodičové součástky, a

obr. 2 znázorňuje příklad tvarování kovové vrstvy pro polovodičové součástky podle vynálezu.

Podstata způsobu tvarování, to znamená nanášení kovu přes fotorezistorovou masku ukazuje obr. 1. Fotorezistorová maska 1 je u známých způsobů nanášena na polovodičové desce 2 a na ní je pak nanášena tenká kovová vrstva 3. Vrstva fotorezistoru musí být silnější než vrstva tvarovaného kovu. Úhel mezi horní plochou fotorezistoru a boční hranou profilu masky, to jest otvoru, musí být ostrý (obr. 1a) a nebo horní část profilu fotorezistoru musí přečínat nad částí spodní, která leží na povrchu polovodičové desky 2 (obr. 1b). Na obr. 1c je znázorněn vznik otřepů na hraně motivu kovu následkem použití pouze fotorezistorové masky 1 s nesprávným profilem hrany. Na obr. 1d je znázorněn vznik velkého podleptání fotorezistorové masky 1 následkem použití izotropního leptání pro přenos motivu do dielektrické vrstvy 4, čímž dojde ke změně rozměrů a po nanesení kovu ke vzniku kovem nezaplňených prostorů 5. Na obr. 1e jsou znázorněny poměry, kdy je použito anizotropního leptání dielektrické vrstvy 4, u kterého při napaření opět vznikají nežádoucí otřepy.

Příklad tvarování kovové vrstvy pro polovodičové součástky podle vynálezu je patrný z obr. 2. Na povrch polovodičové desky 2 se nanese dielektrická vrstva 4, například z kysličníku křemičitého SiO_2 . Na této vrstvě se litografickou technikou vytvoří fotorezistorová maska 1. Tloušťka dielektrické vrstvy 4 se volí větší než bude tloušťka nanášeného kovu 3. Tloušťka fotorezistorové masky 1 není důležitá (obr. 2a). Poté se anizotropním leptáním v plazmatu reaktivních plynů směrovaném elektrickým polem kolmo k polovodičové desce 2 iontovým leptáním, RIE, zaleptá dielektrická vrstva 4 s ponecháním zbytkové tloušťky d, obr. 2b. Tato tloušťka se volí v rozmezí od 10 do 200 nm, nejlépe od 50 do 100 nm. Výsledek je patrný z obr. 2b.

Následuje proleptání zbytku tloušťky d dielektrické vrstvy 4 izotropní metodou leptání ať již v plazmatu reaktivních plynů odstíněném Faradayovou klecí nebo chemickou cestou v roztocích vhodných leptadel, například na bázi fluoridu amonného. Při tomto leptání dojde k řízenému podleptání fotorezistorové masky 1, jehož velikost h (obr. 2c) je dána velikostí ponechané tloušťky d a dobou překračující úplné proleptání dielektrické vrstvy 4. Následuje nános kovu 3, v tloušťce menší než je tloušťka dielektrické vrstvy 4, ale tak, aby rozdíl obou tloušťek byl co nejmenší. Výsledek ukazuje obr. 2d. Pak následuje odplavení přebytečného kovu 3 z povrchu fotorezistorové masky 1 jejím rozpuštěním. Výsledek ukazuje obr. 2e.

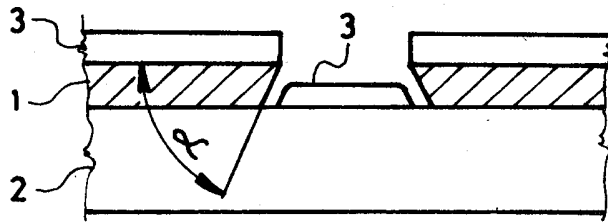
Výhodou způsobu podle uvedeného vynálezu je reprodukovatelné vytvarování vrstvy kovu 3, která zcela vyplňuje otvory v dielektrické vrstvě 4 s nepatrnou změnou rozměrů oproti fotorezistorové masce 1. Dále je výhodou získání téměř planárního povrchu bez otřepů na vrstvě kovu 3, který umožňuje po nánosu druhé dielektrické vrstvy reprodukovatelné vytvoření dalších kovových propojovacích vrstev bez otřepů a jiných negativních jevů, vyplývajících z vysokých schodů mezi kovovými a dielektrickými vrstvami.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

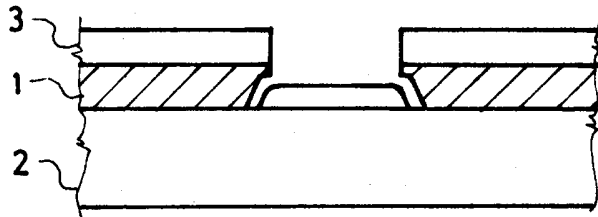
1. Způsob tvarování kovových vrstev pro polovodičové součástky, využívající technologie nanášení kovových vrstev přes fotorezistorovou masku a dielektrickou vrstvu, nebo několik na sobě ležících dielektrických vrstev, vyznačující se tím, že fotorezistorová maska se přenáší do dielektrické vrstvy nebo do několika na sobě ležících dielektrických vrstev, kombinací anizotropního leptání v plazmatu reaktivních plynů směřovaných elektrickým polem kolmo k povrchu leptané vrstvy a izotropního leptání v plazmatu reaktivních plynů odstíněním Faradayovou klecí nebo chemickou cestou v roztocích leptadel, například na bázi fluoridu amonného, přičemž tloušťka dielektrické vrstvy se volí větší než tloušťka naneseného kovu.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že se dielektrická vrstva zaleptá anizotropním leptáním, přičemž se ponechá zbytková tloušťka 10 až 200 nm, nejlépe 50 až 100 nm, která se přoleptá izotropní metodou.

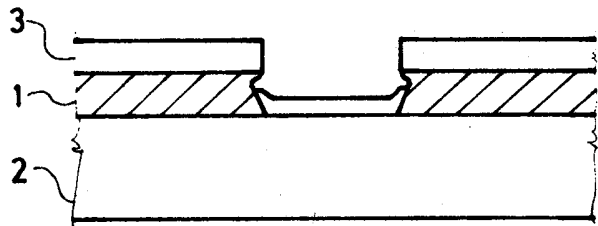
2 výkresy



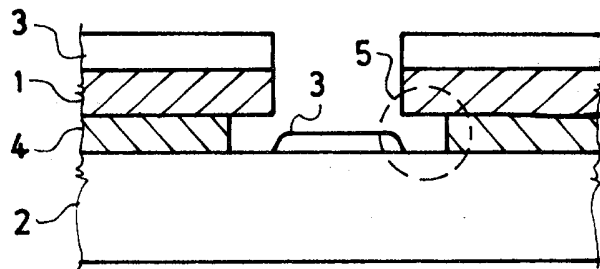
OBR.1a



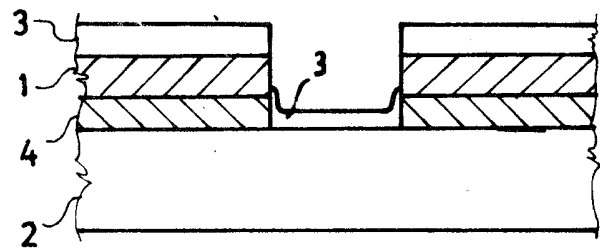
OBR.1b



OBR.1c

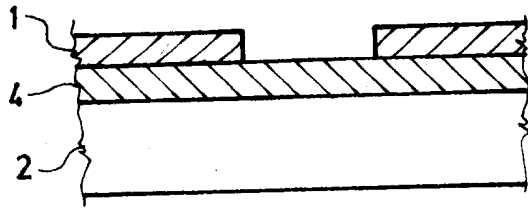


OBR.1d

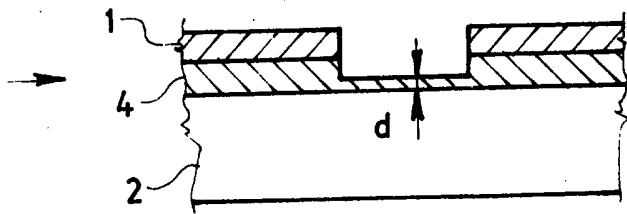


OBR.1e

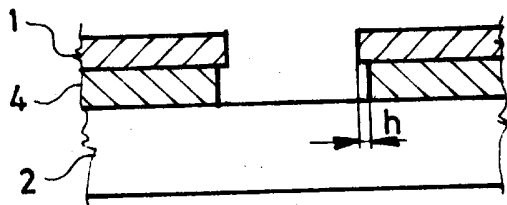
248797



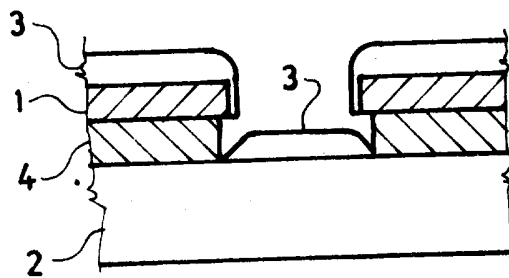
OBR.2a



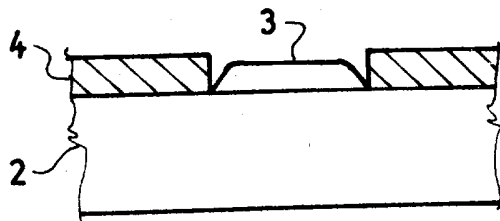
OBR.2b



OBR.2c



OBR.2d



OBR.2e