

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

- (21) Číslo přihlášky: **1999-1504**
(22) Přihlášeno: **23.10.1998**
(30) Právo přednosti: **29.04.1998 EP 1998/98810382**
23.10.1998 WO 1998CH/9800455
(40) Zveřejněno: **17.05.2000**
(Věstník č. 5/2000)
(47) Uděleno: **04.10.2007**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **14.11.2007**
(Věstník č. 46/2007)
(86) PCT číslo: **PCT/CH1998/000455**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 1999/056325**

(11) Číslo dokumentu:

298 589

(13) Druh dokumentu: **B6**

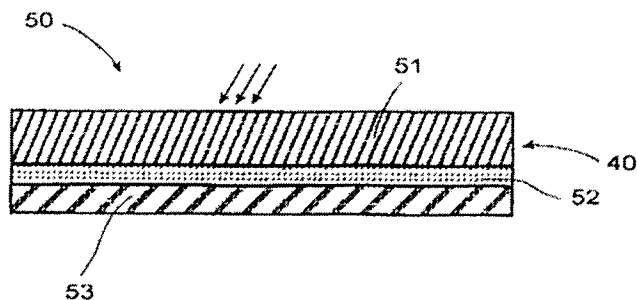
(51) Int. Cl.:
H01L 31/0288 (2006.01)

- (56) Relevantní dokumenty:
US 4649227 A; US 4589918 A.

- (73) Majitel patentu:
LA VECCHIA Nunzio Dr., Ascona, CH
(72) Původce:
La Vecchia Nunzio Dr., Ascona, CH
(74) Zástupce:
PATENTSERVIS PRAHA a.s., Jivenská 1, Praha 4,
14000

- (54) Název vynálezu:
**Polovodičová součástka, zejména sluneční
článek a způsob jeho výroby**

- (57) Anotace:
Polovodičová součástka (50), provedená zejména jako sluneční článek, má minimálně z monokrystalické nebo polykrystalické struktury tvořený polovodičový základní materiál (40). Polovodičový základní materiál (40) je tvořen aspoň částečně z pyritu s chemickým složením FeS_2 , který je pro definovaný stupeň čistoty vyčištěn. Polovodičový základní materiál (40) je složen velmi výhodně z minimálně jedné vrstvy (51) pyritu, minimálně jedné vrstvy (52) boru a minimálně jedné vrstvy (53) fosforu. S touto polovodičovou součástkou se docílí optimální způsob provedení zejména tehdy, když se použije jako sluneční článek.



CZ 298589 B6

Polovodičová součástka, zejména sluneční článek a způsob jeho výroby

Oblast techniky

5

Vynález se týká polovodičové součástky, zejména slunečního článku, z minimálně jednoho polovodičového základního materiálu s mono- nebo polykrystalickou strukturou, který je aspoň částečně tvořen pyritem s chemickým složením FeS_2 a který je pro docílení definovaného stupně čistoty vyčištěn.

10

Dosavadní stav techniky

15

Je známá řada polovodičových součástek nebo polovodičových fotoelektrických součástek tohoto druhu, u kterých dochází využitím vnitřního fotoefektu energie slunečního záření nebo světla s účinností až přibližně 15 % ke komerčnímu využití. Jako polovodičové materiály se převážně používají tenké monokrystaly křemíku nebo arsenidu gallia s přechodem PN.

20

Jsou rovněž známé tenkovrstvé sluneční články, u kterých se polovodičové vrstvy nanášejí na nosič napařováním nebo podobným způsobem v síle oblast mikrometrů, 1 až 50 μm . Pro tento účel se pro polovodičové vrstvy používají materiály jako jsou selenid kadmia, telurid kadmia, selenid mědi a podobné. Těmito polovodičovými součástkami se však dosahují účinnosti pouze v rozmezí 5 až 8 %. Mají však výhodnější hmotnost na jednotku výkonu a v porovnání s křemíkovými monokrystaly se dají podstatně výhodněji vyrábět.

25

U slunečního článku tohoto druhu se podle spisu EP-A 0 173 642 předvídá fotoaktivní vrstva pyritu odpovídající vzorci FeS_{2+x} , která vykazuje koncentraci nežádoucích znečištění $< 10^{20}$ v cm^3 a dotování manganem Mn nebo Arsenem As, případně kobaltem Co nebo chlorem Cl. V praxi se prokázalo, že se sluneční článkem tohoto složení nedá dosáhnout požadovaná účinnost.

30

Podstata vynálezu

35

Naproti tomu bylo základním úkolem tohoto vynálezu vytvořit polovodičovou součástku, zejména sluneční článek podle úvodem uvedeného druhu, který se v porovnání se známými docílí při slunečním nebo světelném ozáření vyšší účinnosti. Dále mají být výrobní náklady této polovodičové součástky tak nízké, že z této vyrobený sluneční článek se mimo jiného hodí pro hromadnou výrobu. Dalším cílem vynálezu je používání polovodičového materiálu, který se dá lehce a šetrně k životnímu prostředí likvidovat.

40

Úkolem je řešen tak, že je vytvořena polovodičová součástka, zejména sluneční článek, s aspoň jedním z mono- nebo polykrystalické struktury tvořeným polovodičovým základním materiálem, který je aspoň částečně tvořen pyritem s chemickým složením FeS_2 a který je pro dosažení definovaného stupně čistoty vyčištěn, podle vynálezu. Jeho podstata spočívá v tom, že aspoň částečně z pyritu v chemickém složení FeS_2 vytvořený polovodičový základní materiál (20, 40) je sloučen nebo dotován s vrstvou (52) boru a/nebo s vrstvou (53) fosforu.

45

U velmi výhodného provedení je základní polovodičový materiál vyroben z minimálně jedné vrstvy pyritu s do této zabudovanými prvky bor a fosfor. Takovým využitím vzniká zejména pro sluneční články optimální a nanejvýš účinné složení.

50

Touto vynálezeckou polovodičovou součástkou se dají vyrobit sluneční články, které mají při porovnání se všemi známými články vyšší účinnost. Jako polovodičový materiál použitý pyrit má tu výhodu, že se vyskytuje jako přírodní materiál a že se dá vyrobit rovněž synteticky. Výrobní

55

náklady mohou být drženy v takovém rozsahu, že na základě zvýšené účinnosti přináší jeho používání užitek.

5 Přehled obrázků na výkresech

Příklady provedení vynálezu a jeho další výhody jsou v následném pomocí výkresů blíže vysvětlené.

10 Ukazují:

obr. 1 schematický příčný řez vynálezeckou polovodičovou součástíkou ve zvětšeném znázornění,

15 obr. 2 schematické znázornění štěpení energie Fe d–stavů v oktaedrickém a znetvořeně oktaedrickém ligandovém poli pyritu,

obr. 3 schematický příčný řezu polovodičovou součástíkou s heteropřechodem ve zvětšeném znázornění a

20

obr. 4 schematické znázornění energetických pásem u heteropřechodu polovodičové součástky podle vynálezu.

25 Příklady provedení vynálezu

Obrázek 1 znázorňuje schematicky vynálezeckou polovodičovou součástku 10, která je zejména provedena jako sluneční článek. Tato polovodičová součástka 10 je v předloženém příkladu provedena tvořená vícevrstvou strukturou a může být spolu s řadou vedle sebe uspořádaných
30 článků zapouzdřená v panelu provedeném jako kovová skříň, což není detailně znázorněné. Sluneční článek má přednostně zakrývací desku z průhledného materiálu, například ze skleněné vrstvy 11 nebo z podobného materiálu, čímž je tento článek chráněn proti mechanickému silovému působení, jako jsou údery, dále proti vlhkosti a/nebo všeobecně proti povětrnostním vlivům. Laminátová vrstva 12, například z pryskyřice, obepíná spolu s na spodní straně uspořádaným,
35 například jako keramická deska zhotoveným izolátem 14 sluneční článek, aby byl vnitřek slunečního článku uzavřený a tím nepropustný pro vlhkost, vodu apod.

Podle vynálezu je polovodičový základní materiál 20 tvořen z pyritu nebo kyzu železného s chemickým složením FeS_2 . Polovodičový základní materiál 20 je sloučen nebo dotován aspoň
40 s borem s fosforem, přičemž v uvedeném příkladu je polovodičový základní materiál vytvořen z FeS_2 –vrstvy 20.

Tato jako článek z tuhé látky provedená polovodičová součástka 10 je složená z jednovrstvě zhotoveného polovodičového základního materiálu 20 z nejčistšího pyritu, z vrstvy 21 fosforu
45 a vrstvy 22 boru. Tato vrstva 21 fosforu a tato vrstva 22 boru jsou přitom nanesené na odpovídající povrch pyritové vrstvy tak, že se mezi polovodičovým základním materiálem a fosforem P případně borem B vytvoří spojení ve smyslu dotování. Přednostně jsou tyto vrstvy 21 fosforu a 22 boru nanesené níže vysvětleným způsobem vždy ve velmi tenké vrstvě několika mikronů.

50 Tím se vytváří požadovaný způsob funkce této jako sluneční článek předvídané polovodičové součástky 10, kterou se vybírá při ozáření slunečním světlem elektrický proud, který se účelně odebírá známým způsobem na vodivých materiálech 13 a 15 uspořádaných nad a pod polovodičovými vrstvami, přičemž je vodivý materiál odcloněn izolátorem 14. Tyto vodivé materiály jsou blíže znázorněny vedeními spojené se spotřebičem apod.

55

Obrázek 1 znázorňuje v rámci vynálezu sluneční články s jednoduchou strukturou stavby. Samozřejmě se mohou předvídat jak vodivé materiály, tak také polovodičová vrstva v rozdílných konfiguracích a počtech.

- 5 Taková polovodičová součástka se může jako sluneční článek používat pro nejrůznější účely, buď pro velmi malé články například pro kapesní kalkulačky, nebo také pro sluneční články na vytápění domů a pro rozsáhlá zařízení, kterými se zejména sluneční energie mění na elektrický proud.
- 10 U pyritu a kyzu železného se jako u v přírodě se vyskytující horniny jedná o nejrozšířenější sirič na světě, který například ve Španělsku existuje jako hydrotermálně vzniklá rudonosná oblast. Jednotlivé krystaly pyritu mají barvu mosaze nebo malty a jsou velmi tvrdé; jejich tvrdost podle Mohse činí přibližně 6 až 6,5. Pyrit má termický součinitel roztažnosti při 90 až 300 K $4,5 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ a při 300 až 500 K $8,4 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$. Pyrit s chemickým složením FeS_2 má elementární
- 15 mřížku s 12 atomy a délku elementární mřížky přibližně 5,4185 Angströmů. Typické základní tvary habitusu krystalů pyritu se vyskytují jako krychle, jako krychlový tvar, jako pětiúhelníkový dvanáctistěn nebo jako osmistěn. Další výhodou této polovodičové součástky je její šetrnost k životnímu prostředí.
- 20 Ve vztahu k způsobu působení vynálezeckého slunečního článku 10 se stanou podle všeobecně platných pravidel kvantové mechaniky účinnými pouze taková světelná kvanta, jejichž energie se rovná šířce zakázané zóny a nanejvýše se rovná rozdílu energie mezi spodní hranou valenčního pásma a horní hranou vodivého pásma. Množství vyrobených nosičů nábojů v polovodiči závisí mimo na energii a na počtu jednotek plošného obsahu vzářených fotonů, na absorpčním koeficientu α polovodiče. Pyrit má v porovnání s běžnými polovodičovými materiály velmi vysoký
- 25 absorpční koeficient, dosahující u hlavice pásma pro vlnovou délku $\lambda < 1 \mu\text{m}$ absorpční koeficient $\alpha > 10^5 \text{cm}^{-1}$. Provedením polovodičové součástky 10 podle vynálezu se tato vlastnost pyritu plně využila.
- 30 Na obrázku 2 je patrné rozštěpení energie Fe d-stavů v oktaedrickém O_h a znetvořeně oktaedrickém D_{3d} ligandovém poli. Rozštěpením Fe d-stavů na obsazené t_{2g} a neobsazené e_g stavy se přitom vytváří mezera pásma základního polovodičového materiálu, přičemž mezera tohoto pásma činí až 0,7 eV nebo více. Valenční pásmo má šířku 0,8 eV nebo více a pod ním ležící skupina je oddělená mezerou dosahující rovněž přibližně 0,8 eV. Stavy nad vodivým pásmem mají svůj
- 35 původ v Fe 4s a 4p stavech. V oblasti teorie molekulové dráhy se energetická mezera u pyritu vytváří rozštěpením 3d-stavů železa a energeticky níže obsazené t_{2g} a neobsazené e_g -stavy. Rozštěpení je způsobeno oktaedrickým ligandovým polem síry, které je lehce znetvořené a způsobuje zde však nepodstatné rozštěpení energetické hladiny.
- 40 Obrázek 3 opět ukazuje v příčném řezu schematické znázornění vynálezecké polovodičové součástky 50, která je složená z horní vrstvy 51 pyritu, který vytváří polovodičový materiál 40 z vrstvy 52 a z vrstvy 53 fosforu. Pyrit 51 je zde uspořádán na horní straně, na kterou dopadá působící ozáření sluncem nebo obdobné ozáření nejdříve. U tohoto uspořádání vrstev se podle
- 45 vynálezu vytváří opět sloučení případně vestavba vrstev 53 fosforu a 52 boru se sousedícím, případně do sousedícího základního materiálu pyritu 51. Vodivé prvky mohou být uspořádány tak, že se odpovídajícím způsobem dotýkají vrstev 51, 52, 53, což není blíže znázorněné.

Na rozdíl od na obrázku 3 do vrstev sestaveného polovodičového základního materiálu 40, mohou být jedna nebo více vrstev boru a/nebo jedna nebo více vrstev fosforu uspořádané příčně

50 v například jako monokrystal vyrobených tenčících pyritu.

Polovodičové základní materiály 20 a 40 k těmto vynálezeckým slunečním článkům 10, 50, mohou být vyrobené různými způsoby. Pyrit ve složení FeS_2 se může získávat z přírodních zdrojů nebo se může synteticky vyrobit nebo pěstovat z železa a síry.

Při použití přírodních krystalů pyritu jako polovodičového základního materiálu 20, se musí tento pyrit, který má nettokoncentraci nosičů náboje přibližně 10^{15} cm^{-3} , celkem známým způsobem několikrát pásmově čistit, aby dosáhl definovaný stupeň čistoty 99,9 %. Stejně tak je nutné opatřit slučování případně dotovací materiály fosfor a bor rovněž nejvyšším stupněm čistoty 99,9 %, aby se z nich mohly vyrobit články nejvyšší kvality.

Pro umělou výrobu nebo pěstování základního polovodičového materiálu pyritu se dají použít různé metody, přičemž jsou výchozí materiály již rovněž ošetřeny vícenásobným pásmovým čištěním, aby byla po jejich chemickém sloučení dosažena nejvyšší možná čistota.

Jako výrobní způsob se hodí mimo jiné transport v plynné fázi CVT, při kterém by teplotní gradient pro vytváření sloučeniny železa a síry měl být mezi 250 a 1200 °C. Používá-li se pyrit jako výchozí přírodní surovina, může na studenější straně kolísat teplota mezi 250 a 850 °C. Jako transportní prostředek pro osázení síry v železe se například může použít brom jako Br_2 , FeBr_3 nebo jiný materiál.

Řízená krystalizace probíhá v rozsahu polysulfidu sodného. Pyrit lze pěstovat z vyčištěných výchozích prvků železa a síry mimo ve standardních teplotách gradientech mezi 250 a 1200 °C a také v gradientu od 200 do 1400 °C. Tato metoda CVT nabízí zvýšenou reprodukovatelnost při výrobě a mohou se jí získávat absolutně čisté krystaly.

Pro dosažení velkých monokrystalických kousků pyritu se přednostně používá jako výrobní způsob rozpouštění tavením s tellurem, BrCl_2 , Na, S_2 nebo podobnými materiály.

Další výrobní variantou pyritu je RF-naprašování. To se provádí v naprašovacím zařízení, ve kterém se terčik pyritu naprašuje argon-sírovou plazmou. Proud argonu dosahuje zpravidla 0,1 až 300 ml/min a síra se přidává odpařováním elementární síry. Při vylučování se dodržel pracovní tlak 0,01 mbar nebo více nebo také méně. Použitý Self-Bias-DC-Potential byl nastavený na 0 až 400 voltů. Teplota substrátu byla zvolena od 80 do 950 °C. Tímto způsobem se v zásadě dá vyrábět také polykrystalická struktura.

Pro výrobu vynálezeckých polovodičových součástek ve tvaru tenkých vrstev se může používat nekongruentní materiálový systém. Je vhodné reaktivní naprašování pyritového terčíku, metoda MOCVD a Spray-pyrolyza. Mimoto se může metodou termického odpařování pomocí dopravního systému, který zanáší stále malá množství práškové směsi do horkého zdroje odpařování, zaručit, že se materiál vlivem vysoké teploty téměř zcela odpaří. Při tomto způsobu odpařování je předností, že se může ovlivňovat stechiometrie a možné dotování, protože se například může dotovací látka přidávat přímo k práškové směsi. Při sulfidování tenkých vrstev železa, ať už termicky, nebo pomocí plazmy, je možné vycházet z velmi čistých výchozích materiálů.

Tloušťka aktivní vrstvy má velký vliv na účinnost slunečního článku. Pro odhad účinnosti a příslušných potřebných parametrů článků se dají stanovit mezní hodnoty.

Pro dotování nebo pro sloučení polovodičového základního materiálu s fosforem nebo borem se tyto prvky používají přednostně v rozmezí od 10^{-6} do 20 hmotnostních procent základního materiálu. To záleží na požadovaných vlastnostech zhotovované polovodičové součástky.

Vynálezecká polovodičová součástka by se mohla vyrábět i jako t.z. tandemový článek. Zde by mohla například spolupůsobit dotovaná vrstva z pyritu a další P- nebo N- vrstva z jiného polovodičového krystalu, například z křemíku, z arsenidu gallia nebo z jiného volitelného materiálu. Takovou polovodičovou součástkou by se mohlo dosáhnout maximální využití slunečního spektra, došlo-li by těmito rozdílnými polovodičovými základními materiály k zakrytí energetické mezery mezi 1,0 a 1,8 eV.

Podle obrázku 4 se mohou v rámci předloženého vynálezu používat i heteropřechody mezi rozdílnými polovodičovými materiály, jak je to již výše podrobně vysvětleno u prováděcího způsobu podle obrázku 3. Předpokladem však je, aby se u obou látek mřížkové konstanty a jejich tepelné koeficienty roztažitelnosti příliš od sebe nelišily. Příkladně by se mohl podle vynálezu p-vodivý polovodič 31 z pyritu kombinovat s n-vodivým polovodičem 32 z jiného materiálu. Tímto heteropřechodem byla vyvolána diskontinuita pásma, pomocí které se může novým způsobem působit na transport nosičů nábojů. S oběma oddělenými polovodičovými materiály 31 a 32 jsou pásmové mezery E_G , výstupní práce ϕ_s a elektronové afinity χ rozdílné.

Pro vytváření heteropřechodů jsou známy speciálně vyvinuté způsoby epitaxie, které se vzhledem k používaným polovodičům základním materiálům také používají v předloženém vynálezu. Jednak existuje epitaxie proudu molekul MBE a jedna epitaxie z plynné fáze MOCVD ve formě odlučování z plynné fáze z kovoorganických sloučenin.

V tenkovrstvém slunečním článku s heteropřechodem se zabudovává nebo dotuje fosfor a bor do povrchu polovodičového základního materiálu pyritu implantací iontů, která se provádí urychlovačem částic. Přitom se dotovacím atomům pro ionizaci uděluje vysoká energie a vstřelují se do základního materiálu, ve kterém se zabrzdí po charakteristické hloubce vnikání a v té zůstanou. V tomto implantačním procesu se značně poškodí mřížka polovodičového kyslíku a musí se termickým ošetřením regenerovat. Přitom difundují implantované defekty a současně se zabudují do mřížky. Tím vznikají směsné profily z implantace iontů a difúze defektů.

U způsobu epitaxie proudu molekul MBE se jedná o speciální napařovací způsob. Odpařovaný materiál se odpařuje ve vytápěných válcovitých trubkách s malým otvorem na čelní straně. Velikost otvoru a vytápěním nastavený tlak par v pecích určují transport materiálu k terčíku. Ultravysoké vakuum kontrolované hmotnostním analyzátozem a ochlazené clonící plechy dávají vzniknout velmi čistým vrstvám krystalů. Struktura těchto vrstev krystalů se může takzvanými měřeními RHEED – Reflected High Energy Electron Diffraction – kontrolovat quasi online a jejich tloušťka vrstvy se může nastavit s přesností jedné vrstvy atomů regulací teploty a rychlými závěry.

Polovodičová součástka může u vícevrstvé struktury vykazovat až přibližně sto vrstev. Tak by bylo například myslitelné, že by polovodičová součástka podle obrázku 3 mohla být sestavená z více než ze tří rozdílných vrstev, například by zde mohlo být více vrstev z pyritu a případně také více vrstev z boru, případně fosforu.

Jako pyrit používaná polovodičová součástka se může – jak o tom byla již výše zmínka – vytvářet v rámci vynálezu ne jen jako jedno- nebo vícevrstvý sluneční článek z pevné hmoty, ale také jako tenkovrstvý sluneční článek, jako MIS-sluneční článek, jako fotochemický článek a podobně.

Průmyslová využitelnost

Velmi výhodně se používá polovodičová součástka podle vynálezu jako sluneční článek, protože jako takový dosahuje mimořádně vysokou účinnost. Samozřejmě by se mohla tato polovodičová součástka používat i pro jiné účely, například jako dioda, transistor, tyristor a podobně.

Polovodičová součástka podle vynálezu by mohla teoreticky fungovat i tehdy, kdyby se vyrobila vrstva pyritu a sloučenina s tímto na bázi boru B a fosforu P.

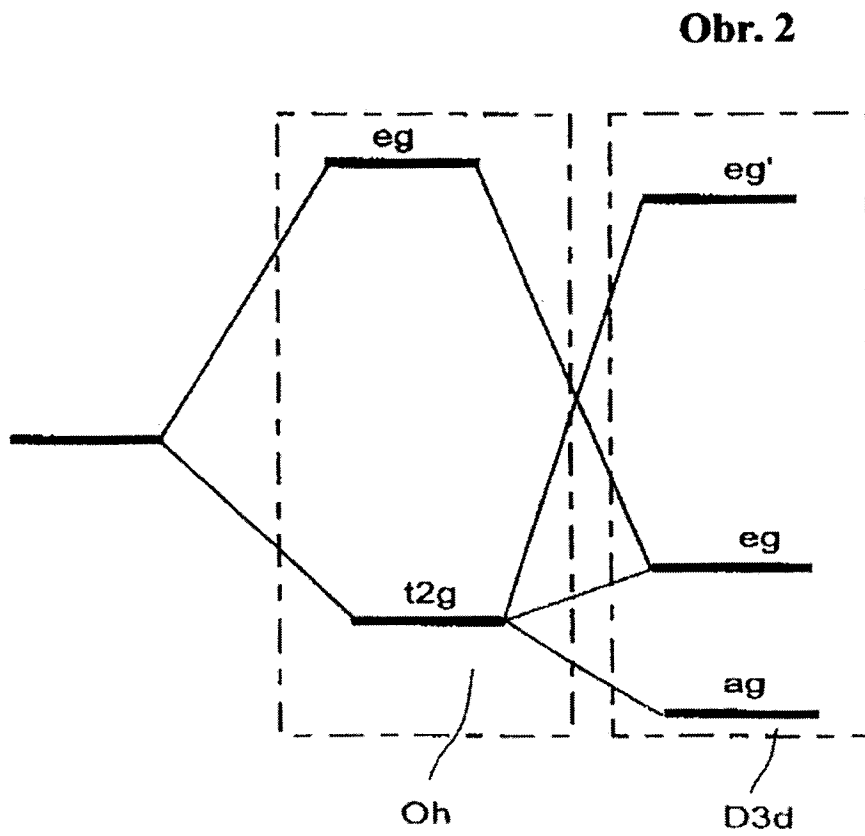
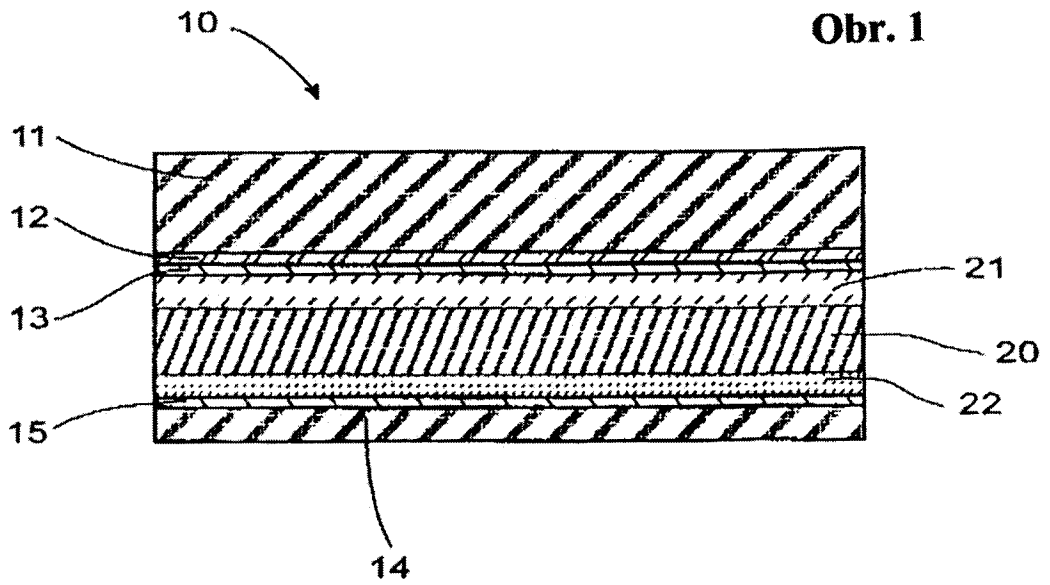
PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Polovodičová součástka, zejména sluneční článek, s aspoň jedním z mono- nebo polykrystalické struktury tvořeným polovodičovým základním materiálem (20, 40), který je aspoň částečně tvořen pyritem s chemickým složením FeS_2 a který je pro dosažení definovaného stupně čistoty vyčištěn, **vyznačující se tím**, že aspoň částečně z pyritu v chemickém složení FeS_2 vytvořený polovodičový základní materiál (20, 40) je sloučen nebo dotován s vrstvou (52) boru a/nebo s vrstvou (53) fosforu.
- 10 2. Polovodičová součástka podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že polovodičový základní materiál (40) je složen z minimálně jedné vrstvy (51) pyritu, minimálně jedné vrstvy (52) boru a minimálně jedné vrstvy (53) fosforu.
- 15 3. Polovodičová součástka podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vícevrstvý polovodičový základní materiál je opatřen minimálně jednou vrstvou (31) p- nebo n- z pyritu a minimálně jednou vrstvou (32) n- nebo p- z jiného polovodiče.
- 20 4. Polovodičová součástka podle jednoho z předešlých nároků, **vyznačující se tím**, že koncentrace do polovodičového základního materiálu (20, 40) zabudovaných prvků leží vždy mezi 10^{-6} a 20 hmotnostními procenty.
- 25 5. Polovodičová součástka podle jednoho z předešlých nároků, **vyznačující se tím**, že polovodičová součástka (10, 50) je provedená jako jednovrstvý nebo vícevrstvý sluneční článek, jako tenkovrstvý sluneční článek, jako MIS sluneční článek, jako fotochemický článek nebo obdobný.
- 30 6. Polovodičová součástka podle jednoho z předešlých nároků, **vyznačující se tím**, že pyrit má součinitel roztažnosti při 90 až 300 K $4,5 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ a při 300 až 500 K $8,4 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$.
- 35 7. Polovodičová součástka podle jednoho z předešlých nároků, **vyznačující se tím**, že chemické složení FeS_2 vykazující pyrit má elementární mřížku z 12 atomů a délku elementární mřížky přibližně 5,4185 Angström, přičemž základní tvary habitusu krystalu pyritu se vyskytují jako krychle, jako krychlový tvar, jako pentagondodekaeder nebo jako octaeder.
- 40 8. Polovodičová součástka podle jednoho z předešlých nároků, **vyznačující se tím**, že z pyritu vytvořený polovodičový základní materiál (20, 40) je vícenásobně pásmově čistěn a má přednostně stupeň čistoty 99,99 %.
- 45 9. Polovodičová součástka podle jednoho z předešlých nároků, **vyznačující se tím**, že polovodičová součástka vykazuje při vícevrstvé struktuře až přibližně sto vrstev.
- 50 10. Způsob výroby polovodičové součástky, zejména slunečního článku podle jednoho z předešlých nároků, **vyznačující se tím**, že se pro polovodičový základní materiál (20, 40) používá buď v přírodě se vyskytující, nebo z železa a síry synteticky vyrobený pyrit v chemickém složení FeS_2 , který je sloučen nebo dotován minimálně s vrstvou (52) boru a/nebo vrstvou (53) fosforu.
- 55 11. Způsob podle nároku 10, **vyznačující se tím**, že pyrit nebo výchozí materiály železo a síra při synteticky vyrobeném pyritu, jsou pásmově čistěny pro dosažení vysokého stupně čistoty 99,99 %.
12. Způsob podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že pyrit se vyrábí hydrotermální metodou, mokrou chemickou metodou CVT.

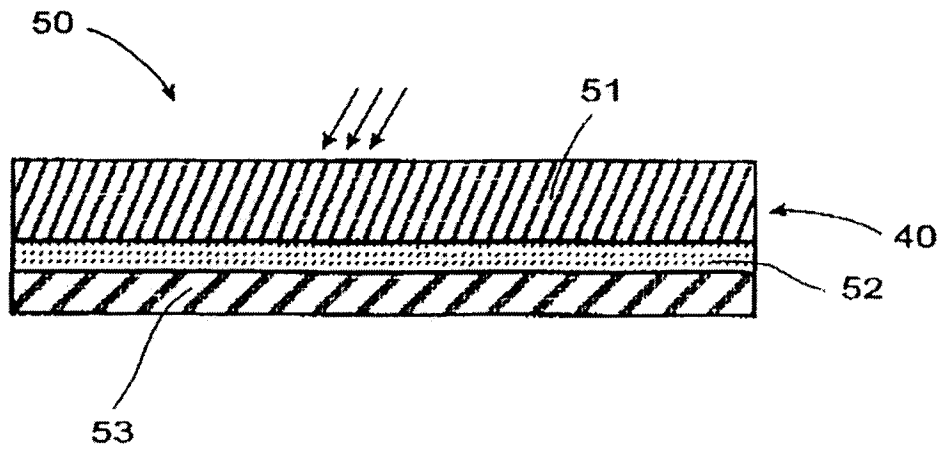
13. Způsob podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že pyrit se vyrábí tellurovou, NaS_2 nebo FeCl_2 tavnou metodou.
- 5 14. Způsob podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že pyrit se vyrábí nebo dotuje metodou transportu plynné fáze.
15. Způsob podle nároku 14, **vyznačující se tím**, že se při transportu plynné fáze používá transportní prostředek Br_2 .
- 10 16. Způsob podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že výroba pyritu se provádí sulfidací v plazmě, termickou sulfidací, způsobem MOCVD, reaktivním naprašováním, spray-pyrolysou nebo jiným způsobem.
- 15 17. Způsob podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že bor a/nebo fosfor se spojuje nebo dotuje se základním materiálem pyritem epitaxiálním způsobem.
18. Způsob podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že bor a/nebo fosfor se spojuje nebo dotuje se základním pyritovým materiálem způsobem implantace iontů.
- 20 19. Způsob podle jednoho z předešlých nároků, **vyznačující se tím**, že bor a/nebo fosfor se před slučováním s pyritem vyčistí na stupeň čistoty 99,99 %.

25

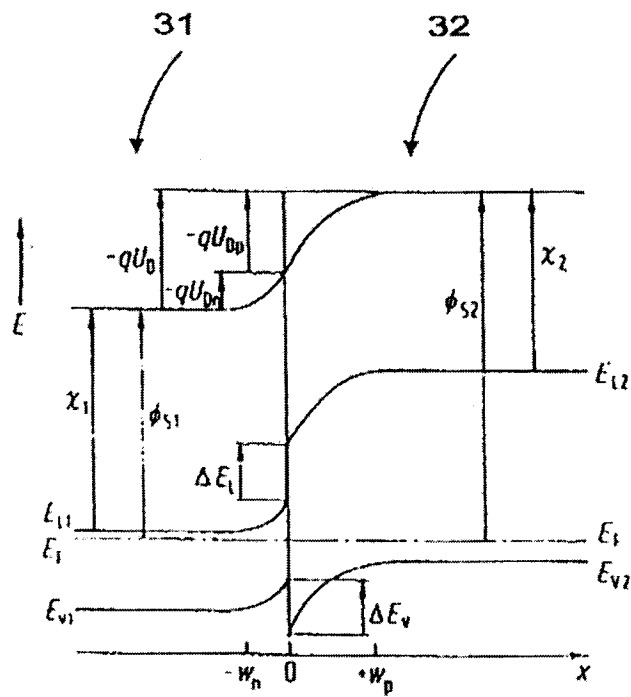
2 výkresy



Obr.3



Obr.4



Konec dokumentu