

# UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

# 37 196

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

**B09B 3/30** (2022.01)

**B09B 3/40** (2022.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2023-41130**

(22) Přihlášeno: **04.07.2023**

(47) Zapsáno: **19.07.2023**

(73) Majitel:  
VIA ALTA a.s., Okříšky, CZ  
Vysoké učení technické v Brně, Brno, Veveří, CZ

(72) Původce:  
Ing. et Ing. Tomáš Ondračka, Dukovany, CZ  
Ing. Eva Kulovaná, Ph.D., Stařeč, CZ  
Ing. Milan Nováček, Kněžice, CZ  
Ing. Jiří Koiš, Jihlava, CZ  
Ing. Matěj Březina, Ph.D., Baška, CZ  
doc. Ing. Jaromír Wasserbauer, Ph.D., Odrovice,  
CZ  
Ing. Martin Buchtík, Ph.D., Buchlovice, CZ  
Ing. Michaela Hasoňová, Ph.D., Kunštát, CZ  
Ing. Leoš Doskočil, Ph.D., Tvrdonice, CZ

(74) Zástupce:  
PatentEnter s.r.o., Koliště 1965/13a, 602 00 Brno,  
Černá Pole

(54) Název užitého vzoru:  
**Technologická linka pro separaci  
fotovoltaických panelů**

## Technologická linka pro separaci fotovoltaických panelů

### Oblast techniky

5

Předkládané řešení se týká technologické linky, která slouží pro zpracování fotovoltaických panelů a umožňuje tak znovuvyužití některých materiálů z těchto panelů.

### Dosavadní stav techniky

V současnosti, je recyklace a zpracování fotovoltaických panelů řešena na úrovni mechanické separace, která spočívá v rozdrčení fotovoltaického panelu na jemnou frakci, která je následně podrobena několikasupňové mechanické separaci. Z této separace pak vznikne směs skla a podrceného waferu o různé čistotě. Získaný materiál je uskladněn a není řešeno další využití, zejména waferu, který obsahuje řadu vzácných prvků, které jsou tímto způsobem separace nevyužitelné. Tento způsob neřeší problematiku separace fotovoltaického skla od samotného waferu, který není možné mechanickou separací dokonale oddělit.

20

### Podstata technického řešení

Nedostatky řešení známých ze stavu techniky do jisté míry odstraňuje technologická linka pro separaci fotovoltaických panelů, která zahrnuje mechanické zařízení pro separaci hliníkových rámců, na které je napojena dezintegrační stanice pro narušení skla. Dále linka zahrnuje temperovací pec pro spálení polymeru z panelů a dále zahrnuje vibrační síto pro oddělení skla od waferu. Dále linka zahrnuje hydraulický lis s lisovací formou pro lisování waferu.

Jednotlivé komponenty linky mohou být vzájemně propojené například podavači nebo dopravníky, ale mohou být i pouze v uvedeném pořadí umístěny za sebou, přičemž materiál je mezi nimi podáván ručně. Tyto možnosti lze na jedné lince i vzájemně kombinovat, tj. některé komponenty mohou být propojeny zařízeními pro automatické podávání materiálu a jiné mohou být určeny pro podávání materiálu obsluhou. Dezintegrační stanice může být např. realizována jako válcovací stanice – válec naruší sklo, které lze po dezintegraci polymerového pojiva oddělit a dále zpracovat odděleně od waferu.

Waferelem je rozuměn polovodičový disk, který slouží jako substrát, mj. při výrobě fotovoltaických panelů. Výhodou předkládaného řešení tak je, že umožňuje na jednom místě a v určité míře i automatizovaně rozebrat fotovoltaické panely na jednotlivé součásti a materiály a tyto materiály oddělit a umožnit tak jejich další zpracování, např. tedy recyklaci hliníkových rámců či skla. Slisované wafery lze zejména využít jako tablety pro legování při výrobě oceli.

Předmětem řešení je tedy technologie separace fotovoltaických panelů, za účelem materiálového využití separovaných složek. Fungování předkládané technologické linky je následující: Před dávkováním panelů do linky výhodně dojde k demontáži elektroinstalační krabice panelu. V lince je pak v první komponentě panel zbaven hliníkového rámu. Po této operaci projde panel zařízením, který naruší skleněnou vrstvu a částečně odstraní sklo – dezintegrační stanicí. Panel dále putuje do pece, kde je zahřát např. na teplotu minimálně 400 °C a maximálně 500 °C, např. na 450 °C, a to po dobu např. 30 minut. Díky porušení skla, může dojít k celoplošné oxidaci a termochemickému rozkladu EVA polymeru, kterým je wafer přichycen ke sklu. Taktéž jsou spáleny ostatní plastové materiály, které drží wafer pohromadě (tedlar). Důsledkem tohoto procesu a předchozího plošného rozrušení povrchu skla dojde k rozpadu celého panelu. Takovýto materiál pak projde mechanickou separací v podobě vibračního síta, kde je odděleno sklo od waferu a sklo je dále separováno dle frakce. Wafer by byl v podobě jemné frakce těžko zpracovatelný, zejména pro účely metalurgické, a je tedy lisován, např. do podoby pelet, přičemž pelety obsahují značnou část hliníku, jakožto

odpadu z procesu frézování a obrábění. Tableta pak obsahuje až 50 % waferu. Tato tableta může sloužit, jako legující aditivum při výrobě ocelí.

## 5 Objasnění výkresů

Podstata technického řešení je dále objasněna na příkladech jeho uskutečnění, které jsou popsány s využitím připojených výkresů, kde na:

- 10 obr. 1 je schematicky znázorněn 3D model technologické linky na separaci fotovoltaických panelů.

### Příklady uskutečnění technického řešení

15

Technické řešení bude dále objasněno na příkladech uskutečnění s odkazem na příslušné výkresy.

- 20 Řešení se týká separace, zpracování a znovuvyužití získaných surovin z fotovoltaických panelů, kterým skončila životnost – konkrétně je zaměřeno na zařízení – technologickou linku, pro provádění této separace a zpracování. Technologie a postup separace fotovoltaických panelů zapadá do oblasti odpadového hospodářství, recyklace elektroodpadu, materiálového využití a udržitelného hospodářství. Know how se týká způsobu separace jednotlivých materiálů z fotovoltaického panelu, procesních podmínek a dílčích technologických částí a dále způsobu, jakým může být wafer upraven pro další využití. Technologie a procesy realizovatelné předkládanou linkou, můžeme rozdělit na dvě části, a to mechanickou separaci a úpravu a dále na termochemický rozklad.

- 30 Linka zahrnuje následující komponenty, jak je znázorněno na obr. 1. Vstupní sklad 1 panelů, který slouží jako místo pro uskladňování panelů určených ke zpracování. Kontejner 2 hliníkových rámu, kam jsou umístovány rámy oddělené z panelů mechanickým zařízením 3 pro separaci hliníkových rámu. Součástí je dále kontejner 4 elektroinstalace, kam je umístována např. ručně na pracovní desce 5 oddělaná elektroinstalace, kabeláž atd.

- 35 Mechanické zařízení 3 pro separaci hliníkových rámu výhodně zahrnuje aspoň jedno hydraulické rameno. Například zahrnuje dvě ramena, která jsou hydraulickými pohony posuvná směrem od sebe a zároveň obě společně posuvná nahoru a dolů. Na pracovní plochu pod ramena se položí, např. manuálně, fotovoltaický panel, následně ramena sjedou dolů, takže se nachází aspoň z části uvnitř rámu. Následně se ramena pohybují směrem od sebe v horizontální rovině, čímž dojde k odtržení rámu. Obdobně lze toto mechanické zařízení realizovat se čtveřicí hydraulických ramen pro odtržení všech čtyř stran obdélníkového rámu panelu směrem od sebe. Následně mohou rám být odebrány, např. opět manuálně, a sklo s waferem může být přemístěno dále.

- 45 Další hlavní součástí linky je dezintegrační stanice 6, která slouží k narušení skla panelu, např. zejména válcováním. Následuje temperovací pec 7 pro tepelné odstranění polymerů z panelu, čímž je umožněno rozpadnutí skla narušeného ve stanici. Vibračním sítem 9 je pak možné sklo oddělit od ostatních součástí a i ho v určité míře rozdělovat podle velikosti do kontejneru 8 na sklo – jemná frakce (např. pod 1 cm max velikosti částic skla) a kontejneru 11 na sklo – hrubá frakce (např. 1 cm a výše).

- 50 Další hlavní komponentou je lisovací forma 13 a hydraulický lis 14, které slouží k lisování waferu odděleného od skla vibračním sítem 9 a ukládaného v zásobníku 10 na wafer, spolu s dodávaným drobným hliníkovým odpadem – např. odřezky z frézování. Tento odpad je skladován v kontejneru 12 s hliníkovým odpadem.

Využití linky pak může být následující: V první řadě se z panelu odstraní elektroinstalace, přičemž jsou odstříhány přívodní kabely a odstraněna elektroinstalační krabice. Poté jsou z panelů odstraněny hliníkové rámy, a to speciálním hydraulickým zařízením, které rámy odtrhne. Tento způsob byl také zvolen s ohledem na variaci provedení, kdy některé rámy jsou lisované, jiné snýtované a další šroubované. Dalším krokem před zavedení panelu do pece je vložení panelu mezi speciálně upravené válce, které naruší sklo a dojde k částečnému odstranění tohoto skla, které je následně roztrženo na síť a dopraveno do zásobníků. Narušený panel je naskladněn do pece, kde je zahřátý na teplotu max. 500 °C a nejméně 400 °C po dobu 30 min, čímž dojde k degradaci EVA polymeru, který spojuje wafer se sklem. Bez tohoto procesu je téměř nemožné dosáhnout dokonalé separace waferu a skla, který neustále drží díky EVA polymeru. V procesu zahřátí dojde k degradaci EVA polymeru a rozpadu waferu na malé části, které se značně liší hmotností, tedy dalším krokem je vzduchová separace, kde dojde k oddělení waferu a skla. Jednotlivé frakce jsou následně dopraveny do zásobníků, přičemž sklo bude využito v jiné technologické lince, jako plnivo do polymerního kompozitu. Wafer, který se nachází v podobě malých, až prachovitých částic bude zalisován do podoby pelet spolu s hliníkovými odřezky, jakožto odpad z procesu frézování a obrábění. Takto připravená tableta bude obsahovat známý poměr hliníku a waferu a může být použita dále v metalurgii, jako materiál pro legování různých druhů oceli. Hliníkové rámy jsou využity, jako druhotná surovina.

20

#### Průmyslová využitelnost

Recyklace a materiálové využití dosloužených fotovoltaických panelů je tíživá problematika odpadového hospodářství, stejně jako energetického průmyslu na poli obnovitelných zdrojů energie. Díky separaci jednotlivých materiálů, dojde k vyřešení ekologické zátěže pro tento druh odpadu, materiálovému využití, úspoře primárních surovin. V průmyslu je tento způsob uplatnitelný zejména pro společnosti s povinností zpětného odběru fotovoltaických panelů, společnosti zabývající se recyklací/likvidací těchto panelů. Dále se to pak dotýká průmyslových odvětví, které nakládají s produkty separace, tedy na straně waferu a rámu to je metalurgický průmysl a na straně skla to jsou například technologie využívající tuto surovinu, jako plnivo do kompozitních materiálů.

## NÁROKY NA OCHRANU

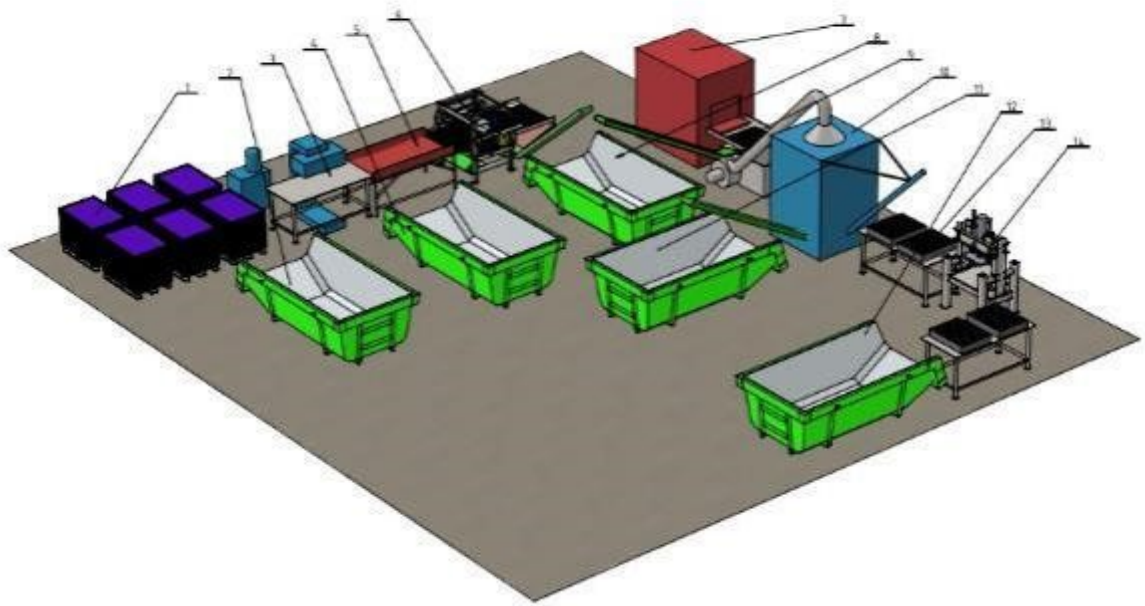
- 5 1. Technologická linka pro separaci fotovoltaických panelů, **vyznačující se tím**, že zahrnuje mechanické zařízení (3) pro separaci hliníkových ráků, na které je napojena dezintegrační stanice (6) pro narušení skla, dále linka zahrnuje temperovací pec (7) pro spálení polymeru z panelů a dále zahrnuje vibrační síto (9) pro oddělení skla od waferu, přičemž dále linka zahrnuje hydraulický lis (14) s lisovací formou (13) pro lisování waferu.
- 10 2. Technologická linka pro separaci fotovoltaických panelů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že mechanické zařízení (3) pro separaci hliníkových ráků zahrnuje alespoň jedno hydraulické rameno pro odtrhávání ráků z panelu a kontejner na hliníkové ráky.
3. Technologická linka pro separaci fotovoltaických panelů podle kteréhokoliv z nároků 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že dezintegrační stanice (6) zahrnuje válec pro válcování panelu.

## 1 výkres

15

## Seznam vztahových značek:

- 1 vstupní sklad panelů
- 2 kontejner hliníkových ráků
- 3 mechanizovaná separace ráků
- 4 kontejner elektroinstalace
- 5 pracovní deska
- 6 dezintegrační stanice
- 7 temperovací pec
- 8 kontejner na sklo – jemná frakce
- 9 vibrační síto
- 10 zásobník na wafer
- 11 kontejner na sklo – hrubá frakce
- 12 kontejner s hliníkovým odpadem
- 13 lisovací forma
- 14 hydraulický lis



Obr. 1