

G01B 5/20 (2006.01)
G01B 5/207 (2006.01)
G01B 21/20 (2006.01)
G01B 11/24 (2006.01)

(19)
 ČESKÁ
 REPUBLIKA



ÚŘAD
 PRŮMYSLOVÉHO
 VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2020-113**
 (22) Přihlášeno: **05.03.2020**
 (40) Zveřejněno: **21.10.2020**
(Věstník č. 43/2020)
 (47) Uděleno: **09.09.2020**
 (24) Oznámení o udělení ve věstníku: **21.10.2020**
(Věstník č. 43/2020)

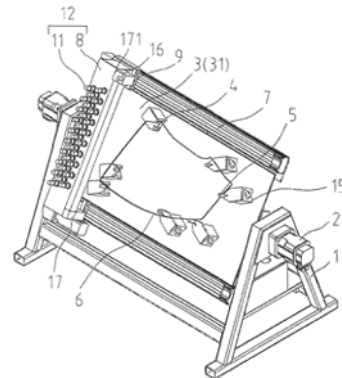
(56) Relevantní dokumenty:
 CN 204831181 U; CN 108918530 A; JP 2016142611 A; CN 109772723 A.

(73) Majitel patentu:
 FOR G, s.r.o., Duchcov, CZ
 Technická univerzita v Liberci, Liberec, Liberec I-
 Staré Město, CZ

(72) Původce:
 Ing. Marcel Horák, Ph.D., Liberec, Liberec V-
 Kristiánov, CZ
 doc. Ing. František Novotný, CSc., Liberec, Liberec
 XII-Staré Pavlovice, CZ
 Ing. Michal Starý, Ph.D., Liberec, Liberec XIII-
 Nové Pavlovice, CZ
 Mgr. Jan Vrátný, Teplice, CZ
 PhDr. Miroslav Vrátný, Teplice, CZ

(74) Zástupce:
 Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.
 Dobroslav Musil, Zábrdovická 801/11, 615 00
 Brno, Zábrdovice

tvárovaného plošného výrobku (6), načež se tyto hodnoty vzdáleností porovnávají s požadovanými hodnotami vzdáleností v polohách odpovídajících polohám měření. Řešení se týká rovněž zařízení k provádění výše uvedeného způsobu.



(54) Název vynálezu:
**Způsob bezkontaktního zjišťování
 geometrické přesnosti tvaru
 transparentního tvarovaného plošného
 výrobku ze skla nebo plastu a zařízení k
 jeho provádění**

(57) Anotace:
 Způsob bezkontaktního zjišťování geometrické přesnosti tvaru transparentního tvarovaného plošného výrobku (6) ze skla nebo plastu spočívá v tom, že měřený transparentní tvarovaný plošný výrobek (6) se uloží do předem stanovené měřicí polohy na měřicí plochu (31) měřicího stolu (3), proti níž je uspořádána měřicí hlava (12) osazená množstvím bezkontaktních měřicích sond (11), které jsou uspořádány proti měřicí ploše (31) měřicího stolu (3), přičemž měřicí hlava (12) a měřicí plocha (31) měřicího stolu (3) se během měření vzájemně pohybují, přičemž vzdálenost mezi bezkontaktními měřicími sondami (11) a měřicí plochou (31) měřicího stolu (3) je konstantní a v předem stanovených polohách bezkontaktních měřicích sond (11) se během vzájemného pohybu měřicí hlavy (12) a měřicí plochy (31) měřicího stolu (3) vyhodnocuje vzdálenost bezkontaktních měřicích sond (11) od povrchu měřeného transparentního

Způsob bezkontaktního zjišťování geometrické přesnosti tvaru transparentního tvarovaného plošného výrobku ze skla nebo plastu a zařízení k jeho provádění

5 Oblast techniky

Vynález se týká způsobu bezkontaktního zjišťování geometrické přesnosti tvaru transparentního tvarovaného plošného výrobku ze skla nebo plastu.

- 10 Dále se vynález týká zařízení k provádění výše uvedeného způsobu, které obsahuje měřicí stůl s měřicí plochou pro ukládání měřeného transparentního tvarovaného plošného výrobku ze skla nebo plastu.

15 Dosavadní stav techniky

V současné době se zjišťování geometrické přesnosti tvaru tvarovaných skel, zejména automobilových skel, provádí kontaktním způsobem na maketách, například podle CN 101749992, CN 201926435, CN 201964850, CN 202216627, nebo CN 208075720. Maketa osazená několika
20 desítkami kontaktních snímačů představuje na lící straně částečný 3D model skla. Měřené sklo je položeno na maketu na RPS body a poloha v rovině skla je určena dorazy. Sklo je založeno do pozice makety na RPS body mezi dorazy v přibližně horizontální poloze. Sklo spolu s maketou se poté naklopí pootočením oproti vodorovné ose do měřicí polohy, jejíž sklon vůči horizontální rovině odpovídá poloze skla osazeného na karosérii automobilu (tzv. "car position"). Přesná poloha
25 skla je dána opřením skla o dorazy, na které je dotlačeno gravitační silou. V jediném okamžiku se vysunou všechny kontaktní snímače nepatrnou silou do kontaktu s měřeným sklem, jejich poloha je zaznamenána a porovnána se souřadnicemi odpovídajícími 3D modelu. Rozdíly souřadnic nesmí přesáhnout v měřených bodech předem stanovenou hodnotu.

- 30 Nevýhodou měření kontaktním způsobem je nebezpečí deformace skla po kontaktu se snímačem a z toho plynoucí nepřesnost měření. To je nebezpečné zejména u velmi tenkých automobilových skel, vyráběných v současné době. Další nevýhodou je nutnost mít pro každý tvar skla zvláštní maketu.

35 Tento problém se snaží řešit CN 109084682 bezkontaktním zjišťováním geometrické přesnosti tvaru transparentních tvarovaných výrobků ze skla, zejména automobilového skla pomocí dvou měřicích sestav s laserovými sondami. První měřicí sestava obsahuje bodovou laserovou sondu, schopnou skenováním získat souřadnice určitého bodu na vnějším povrchu automobilového skla. Druhá měřicí sestava obsahuje liniovou laserovou sondu schopnou skenováním získat souřadnice
40 bodů černého okraje automobilového skla. Po získání se souřadnice porovnávají se standardním vzorkem.

Nevýhodou aplikace laserových snímačů (bodových i liniových) pro tvarově členité plochy je nepřesnost triangulačního odměřování polohy s proměnnou závislostí naměřené hodnoty na
45 odklonu vysílaného paprsku od normály měřeného povrchu. Tato nevýhoda je ještě výraznější pro případ snímání lesklého povrchu s vysokou mírou parazitních reflexí, k tomu je nutné přiřadit sníženou robustnost snímače, spojenou s vysokou citlivostí na kolísání parametrů osvětlení scény.

- 50 Cílem vynálezu je odstranit výše uvedené nevýhody a navrhnout bezkontaktní způsob zjišťování geometrické přesnosti tvaru transparentních tvarovaných plošných výrobků ze skla nebo plastu, zejména automobilových skel a zařízení k jeho provádění.

Podstata vynálezu

Cíle vynálezu je dosaženo způsobem bezkontaktního zjišťování geometrické přesnosti tvaru transparentního tvarovaného plošného výrobku ze skla nebo plastu, jehož podstata spočívá v tom, že měřený tvarovaný plošný výrobek se uloží do předem stanovené měřicí polohy na měřicí plochu měřicího stolu, proti níž je uspořádána měřicí hlava osazená množstvím bezkontaktních měřicích sond, které jsou uspořádány proti měřicí ploše měřicího stolu, přičemž měřicí hlava a měřicí stůl se během měření vzájemně pohybují, přičemž vzdálenost mezi měřicími sondami a měřicí plochou měřicího stolu je konstantní a v předem stanovených polohách bezkontaktních měřicích sond se během vzájemného pohybu měřicí hlavy a měřicího stolu vyhodnocuje vzdálenost měřicích sond od povrchu měřeného transparentního tvarovaného plošného výrobku, načež se tyto hodnoty vzdáleností porovnávají s požadovanými hodnotami vzdálenosti v polohách odpovídajících polohám měření, například se porovnávají s hodnotami vzdáleností v odpovídajících bodech CAD modelu tvarovaného měřeného výrobku.

Výhodou tohoto způsobu je kromě odstranění nedostatků stavu techniky přesné měření geometrické přesnosti tvaru tenkých automobilových skel, snadná manipulace s měřenými skly a vynechání maket pro uložení různých tvarů a velikostí skel, což zlevňuje měření. Kromě toho je možné tímto způsobem měřit geometrickou přesnost tvaru i u jiných transparentních tvarovaných plošných výrobců ze skla nebo plastu, například v architektonických aplikacích při řešení opláštění budov, v řešení interiérů budov, bytů a sanitárních aplikacích.

Další výhodou je vysoká flexibilita a variabilita způsobu měření při změně kontrolovaného sortimentu měřených výrobců a vysoká rychlost měření při zajištění mnohem většího počtu měřených bodů oproti stávajícímu způsobu měření. Měřený výrobek není zatížen kontaktními deformacemi od kontaktních snímačů a jednoduše lze modifikovat jeho polohu v prostoru.

Vzájemný pohyb měřicí hlavy a měřicího stolu se vyvolává pohybem měřicí hlavy, nebo pohybem měřicího stolu, nebo pohybem obou proti sobě.

V jednom z výhodných provedení se tělesa měřicích sond v klidové poloze měřicí hlavy buď individuálně, anebo ve skupinách, mohou pohybovat v měřicí hlavě vzhledem k měřicí ploše měřicího stolu podle předpokládaného tvaru měřeného výrobku pro dosažení maximální přesnosti měření. Toto provedení je vhodné pro více tvarované výrobky, u nichž lze nastavováním měřicích sond dosáhnout jejich optimální vzdálenosti od měřeného výrobku, aby se hodnoty vzdálenosti při měření pohybovaly v oblasti nejvyšší přesnosti měření příslušné měřicí sondy.

V základním provedení se měřený výrobek ukládá na měřicí stůl, který je ve vodorovné poloze. Vlastní měření pak probíhá buď v této poloze, nebo se měřicí stůl před zahájením měření otočí do měřicí polohy. Pokud je měřeným výrobkem automobilové sklo, nachází se v měřicí poloze, tzv. car position, tedy v poloze, v níž je umístěno v automobilu. Tímto způsobem jsou zohledněny deformace automobilového skla v závislosti na směru působení gravitace, čímž se předchází problémům při montáži skla do automobilu, proto měřicí polohu skla definuje výrobce automobilů.

Pro ukládání měřeného tvarovaného skla se na měřicí plochu měřicího stolu rozmístí podpěry do RPS bodů pro bodový kontakt s měřeným výrobkem a dorazy pro vymezení polohy měřeného tvarovaného skla výrobku na měřicím stole. Přesná lokalizace měřeného výrobku pomocí dorazů eliminuje chyby měření.

Ve výhodném provedení jsou podpěry a dorazy umístěny na magnetických upínkách, které se po měřicí ploše měřicího stolu rozmísťují ve směru souřadnic x, y ručně do předem určené polohy měřicích bodů. Polohy se nastavují pomocí laserového paprsku kolmého k rovině měřicí plochy měřicího stolu, přičemž výšky podpěr se nastavují individuálně podle tvaru měřeného tvarovaného

výrobku na hodnotu souřadnice „z“ příslušného měřicího bodu. Magnetické upínky umožňují zajistit vysokou flexibilitu zařízení.

5 Alternativou k ručnímu rozmístování magnetických upínek po měřicí ploše měřicího stolu je rozmístování mechanické pomocí roznašeče. U tohoto provedení se magnetické upínky rozmísťují ve směru souřadnic x, y pomocí roznašeče uspořádaného nad měřicí plochou měřicího stolu do předem určené polohy měřicích bodů. Výšky podpěr se nastavují individuálně podle tvaru měřeného výrobku na velikost souřadnice z příslušného měřicího bodu, buď před umístěním podpěry, nebo po umístění podpěry do příslušných souřadnic x, y. Pokud jsou měřenými výrobky 10 automobilová skla, jsou měřicí body určeny výrobcem skla a označovány jako RPS body.

Výhodou aplikace mechanického roznašeče je rychlé a komfortní přestavení měřicího stolu na nový sortiment.

15 V jiném alternativním provedení způsobu jsou podpěry a dorazy v měřicích bodech pevně uloženy na rovinné desce, tzv. pseudomaketě, která se na měřicí stůl ukládá na fixační trny vymezující její polohu.

20 Aplikace pseudomakety je výhodná zejména pro zjišťování geometrické přesnosti tvaru automobilových skel, neboť pseudomaketou se zajistí vysoká přesnost rozmístění RPS bodů a dorazů, přičemž je možné provést externí kalibrační měření rozmístění RPS bodů. Navíc je umožněno opakované nasazení pseudomakety v případě výroby stejného sortimentu s časovým odstupem, neboť pseudomaketu lze skladovat a měnit jako celek.

25 Pro přesné měření jsou bezkontaktní měřicí sondy tvořeny konfokálními sondami, které směrem k povrchu měřeného výrobku vysílají paprsky polychromatického bílého světla a sledují paprsek odražený od povrchu měřeného výrobku a vyhodnocují vlnovou délku přijatého paprsku, z níž určují vzdálenost od povrchu měřeného výrobku.

30 U všech výše uvedených provedení způsobu podle předkládaného vynálezu mohou být bezkontaktní měřicí sondy tvořeny ultrazvukovými sondami.

35 Ultrazvukové sondy jsou levnější alternativou, mají však horší přesnost měření v řádu jedné desetiny mm oproti konfokálním sondám s přesností v tisícinách mm. Pro rychlá provozní měření, včleněná do technologie výroby transparentních tvarovaných plošných výrobků ze skla nebo plastu, lze ultrazvukové sondy využít pro nastavování procesních parametrů výroby atd.

40 Podstata zařízení k provádění výše uvedeného způsobu spočívá v tom, že proti měřicí ploše měřicího stolu je uspořádána měřicí hlava osazená množstvím bezkontaktních měřicích sond, které jsou uspořádány proti měřicí ploše měřicího stolu, přičemž měřicí hlava a měřicí stůl jsou uspořádány s možností vzájemného pohybu, během něhož zůstává vzdálenost mezi sondami a měřicí plochou měřicího stolu konstantní. Bezkontaktní měřicí sondy jsou propojeny s řídicí jednotkou, opatřenou vyhodnocováním měřené souřadnice z, která představuje vzdálenost 45 bezkontaktní měřicí sondy od horní plochy měřeného tvarovaného výrobku, naměřené v příslušných souřadnicích x, y.

50 Ve výhodném provedení je měřicí stůl tvořen měřicím dopravníkem s pohyblivou měřicí plochou, na níž jsou uloženy měřené tvarované výrobky, přičemž měřicí hlava je stacionární a je pevně uložena na rámu měřicího dopravníku a rozprostírá se přes celou šířku měřicího dopravníku, který může být součástí výrobní linky měřených tvarovaných výrobků.

Bezkontaktní měřicí sondy jsou v měřicí hlavě uspořádány v alespoň jedné řadě kolmé na směr vzájemného pohybu měřicí hlavy a měřicího stolu.

Pro více tvarované výrobky je výhodné, když jsou bezkontaktní měřicí sondy uloženy v měřicí hlavě přestavitelně ve směru k a od měřicí plochy měřicího stolu. Nastavováním měřicích sond lze dosáhnout jejich optimální vzdálenosti od měřeného výrobku v příslušné oblasti.

- 5 Zároveň je možné uložit měřicí hlavu přestavitelně v rovině měření ve směru kolmém na směr vzájemného pohybu měřicí hlavy a měřicího stolu, což je výhodné pro měření rozměrných výrobků, u nichž pak lze použít měřicí hlavu o menších rozměrech, než má měřený výrobek.

- 10 Měřicí hlava může být v dalším výhodném provedení opatřena na koncích sklopnými rameny, v nichž jsou uloženy měřicí bezkontaktní měřicí sondy, což je určeno pro výrobky, které jsou v okrajových částech velmi tvarované.

Bezkontaktní měřicí sondy jsou tvořeny konfokálními sondami nebo ultrazvukovými sondami.

- 15 V dalším výhodném provedení je měřicí stůl otočně uložen na rámu, přičemž jeho měřicí plocha je schopna zaujímat horizontální polohu a měřicí polohu.

- 20 Pro přesné vymezení polohy měřených výrobků na měřicí ploše měřicího stolu jsou na měřicí ploše uloženy podpěry pro bodový kontakt s měřeným výrobkem a dorazy pro vymezení polohy měřeného výrobku na měřicí ploše měřicího stolu.

- 25 V jednom možném provedení jsou podpěry a dorazy uloženy na magnetických upínkách přemístitelných vzhledem k měřicí ploše a ustavitelných v určené poloze na měřicí ploše měřicího stolu.

- V jiném provedení jsou podpěry a dorazy pevně uloženy v měřicích bodech na desce pseudomaket, která je na měřicí ploše měřicího stolu upevnitelná pomocí fixačních trnů, které vymezují její polohu.

- 30 Naměřené hodnoty vzdáleností se porovnávají s žádanými hodnotami v odpovídajících bodech CAD modelu tvarovaného skla velmi rychle, takřka v režimu on-line.

Objasnění výkresů

- 35 Způsob bezkontaktního zjišťování tvaru tvarovaných skel, zejména automobilových skel bude popsán na několika příkladech uskutečnění vynálezu, které jsou schematicky znázorněny na příložených výkresech, kde značí obr. 1 pohled na základní provedení zařízení s měřicím stolem v car position, obr. 1a pohled na magnetickou upínku s podpěrrou, obr. 2 pohled na další variantu provedení s dělenou měřicí hlavou s naklápěcími okrajovými částmi, obr. 3 provedení zařízení s pseudomaketou, obr. 3a uložení podpěry v pseudomaketě, obr. 4 zařízení podle obr. 1 s měřicím stolem v horizontální poloze a obr. 5 zařízení jako součást výrobní linky měřených výrobků.

Příklady uskutečnění vynálezu

- 45 Způsob bezkontaktního zjišťování geometrické přesnosti tvaru transparentního tvarovaného plošného výrobku ze skla nebo plastu bude vysvětlen na zařízení k provádění takového způsobu, které bude popsáno na příkladných provedeních, která slouží k vysvětlení vynálezu a neomezují
50 vynález pouze na tato provedení. Transparentní tvarované plošné výrobky ze skla nebo plastu se používají v různých oblastech, například v architektonických aplikacích při řešení opláštění budov, v řešení interiérů budov, bytů a sanitárních aplikacích. Největší podíl transparentních tvarovaných plošných výrobků ze skla nebo plastu tvoří automobilová skla, přičemž u těchto skel se vyžaduje vysoká rozměrová i tvarová přesnost, umožňující je instalovat do příslušného dílu karosérie
55 automobilu s vysokou přesností.

Na rámu 1 zařízení je otočně uložen měřicí stůl 3, který je známým blíže neznázorněným způsobem
 sprážen s pohonem 2, který je rovněž uspořádán na rámu 1. Pohon 2 slouží k naklápění měřicího
 5 stolu 3 kolem horizontální osy mezi jeho horizontální polohou a měřicí polohou, která při měření
 geometrické přesnosti tvaru automobilových skel odpovídá poloze skla osazeného na karosérii
 automobilu, tzv. car position. V této měřicí poloze (car position) má měřicí stůl 3, respektive jeho
 měřicí plocha 31, obvykle téměř vertikální polohu. Rovnoběžně s horizontální osou otáčení
 10 měřicího stolu 3 jsou na jeho okrajích umístěna lineární vedení 7, na nichž jsou uloženy vozíky 9,
 které jsou spojeny příčnickem 8. V příčnicku 8 je vytvořeno množství rovnoběžných otvorů
 v definovaných polohách, v nichž jsou uloženy bezkontaktní měřicí sondy 11. Příčnick 8 vytváří
 spolu s bezkontaktními měřicími sondami 11 měřicí hlavu 12. Jako bezkontaktní měřicí sondy 11
 15 lze použít ultrazvukové sondy nebo konfokální sondy. Vzhledem rozměrům bezkontaktních
 měřicích sond 11, zejména konfokálních sond, jsou bezkontaktní měřicí sondy 11 uloženy
 v několika řadách kolmých na směr pohybu měřicí hlavy 12, přičemž bezkontaktní měřicí sondy
11 v jednotlivých řadách jsou vůči sobě přesazeny. Oba typy bezkontaktních měřicích sond 11,
 tedy jak ultrazvukové sondy, tak konfokální sondy, obsahují vysílač příslušného záření a snímač
 příslušného záření. Vzdálenost mezi bezkontaktními měřicími sondami 11 a měřicí plochou 31
 měřicího stolu 3 je během jejich vzájemného pohybu konstantní

20 Měřený tvarovaný výrobek 6 může být na měřicím stole 3 uložen několika způsoby.

U provedení podle obr. 1 jsou na měřicí ploše 31 měřicího stolu 3 uspořádány magnetické upínky
15, na nichž jsou uloženy buď podpěry 4, nebo dorazy 5. Podpěry 4 podpírají měřený výrobek
 25 zdola a při měření automobilových skel se umísťují do RPS bodů, které určuje výrobce skla nebo
 automobilu jako místa, v nichž má být sklo při měření podepřeno. Dorazy 5 jsou rozmístěny kolem
 obvodu skla. Místa pro umístění dorazů 5 jsou rovněž předem určena výrobcem, aby poloha
 automobilového skla 6 byla jednoznačná a přesně definovaná. Rozmístování magnetických upínek
15 po měřicí ploše 31 měřicího stolu 3 se provádí ručně nebo automaticky v horizontální poloze
 30 měřicího stolu 3. Pro ruční rozmístování jsou podpěry 4 a dorazy 5 opatřeny zaměřovacím otvorem
41, 51, který slouží pro jejich přesné nastavení do předem určené polohy. Magnetická upínka 15 je
 spolu s podpěrou 4 nebo dorazem 5 znázorněna na obr. 1a, přičemž zaměřovací otvor 41, 51 je
 znázorněn v řezu. Na měřicí hlavě 12 je uloženo příčné vedení 17, na němž je ve směru kolmém
 na lineární vedení 7 přestavitelně uložena nastavovací hlava 171, ve které je uspořádán laserový
 35 zářič 16. Ostatní transparentní tvarované plošné výrobky ze skla nebo plastu se na měřicí plochu
31 měřicího stolu 3 ukládají obdobně.

Před ukládáním měřeného tvarovaného výrobku 6 na měřicí plochu 31 měřicího stolu 3 se uvede
 měřicí hlava 12 do dopředného pohybu bez spuštění bezkontaktních měřicích sond 11 a
 40 nastavovací hlava 171 s laserovým zářičem 16 se přemístí do polohy nad měřicí plochu 31 měřicího
 stolu 3, v níž má být uspořádán doraz 5 nebo podpěra 4 na příslušné magnetické upínce 15.
 Magnetická upínka 15 se na měřicí ploše 31 ručně nastaví do polohy, v níž zaměřovacím otvorem
51 příslušného dorazu 5, nebo zaměřovacím otvorem 41 příslušné podpěry 4, prochází paprsek
 laserového zářiče 16. V této poloze se magnetická upínka 15 známým způsobem zajistí a měřicí
 45 hlava 12 se s nastavovací hlavou 171 a laserovým zářičem 16 přemístí nad místo dalšího dorazu 5
 nebo podpěry 4 a jejich magnetická upínka 15 se ručně nastaví do požadované polohy. Po nastavení
 všech podpěr 4 a dorazů 5 a jejich magnetických upínek 15 se měřicí hlava 12 přemístí do výchozí
 polohy. Podpěry 4 jsou předem nastaveny na potřebnou výšku. Po ustavení podpěr 4 a dorazů 5 se
 mezi dorazy 5 na podpěry 4 uloží měřený výrobek 6, například automobilové sklo.

50 Pro automatické roznášení magnetických upínek 15 je nastavovací hlava 171 opatřena a sprážená
 se známým neznázorněným pohonem pro nastavování její polohy v ose y na měřicí hlavě 12,
 přičemž k nastavování polohy nastavovací hlavy 171 v ose x slouží měřicí hlava 12. Měřicí hlava
12 spolupracuje s řídicí jednotkou zařízení, v níž jsou uloženy informace o požadovaných polohách
 magnetických upínek 15 pro dorazy 5 nebo podpěry 4, nebo jsou tyto informace uloženy v jiném
 55 vhodném prostředku, který je s řídicí jednotkou sprážen, nebo mohou být uloženy v měřicí hlavě

12. Navíc je nastavovací hlava 171 opatřena blíže neznázorněným prostředkem pro uchopení magnetické upínky 15 a její uvolnění na určeném místě měřicí plochy 31 měřicího stolu 3 a prostředkem pro spuštění jejích magnetických vlastností.

5 Podle jedné z variant měření se následně měřicí stůl 3 spolu s měřicí hlavou 12 otočí pomocí pohonů 2 do polohy, v níž je, v případě měření automobilového skla, měřené sklo v car position, bezkontaktní měřicí sondy 11 se uvedou do činnosti a měřicí hlava 12 se uvede do pohybu. Jakmile se bezkontaktní měřicí sondy 11 měřicí hlavy 12 dostanou do polohy proti měřenému sklu, začnou získávat informace o vzdálenosti z příslušné bezkontaktní měřicí sondy 11 od horní plochy
10 měřeného skla v příslušných souřadnicích x a y. Tyto informace se buď ukládají do paměti uspořádané v měřicí hlavě 12, nebo v jiném vhodném prostředku, který je s měřicí hlavou 12 propojen, a následně se porovnávají s informacemi o požadovaném tvaru příslušného typu automobilového skla, který je měřen. Ostatní transparentní tvarované plošné výrobky 6 ze skla nebo plastu se měří obdobně.

15 Bezkontaktní měřicí sondy 11 jsou propojeny/spřaženy s řídicí jednotkou, která je opatřena vyhodnocovacími prostředky vzdáleností z bezkontaktní měřicí sondy 11 od horní plochy měřeného tvarovaného výrobku 6 v příslušných souřadnicích (x, y), operační paměť a archivní paměť. Operační paměť slouží k ukládání (dočasněmu) naměřených vzdáleností a popřípadě
20 vypočteného tvaru měřeného tvarovaného výrobku 6 a v archivní paměti jsou uloženy informace o správném tvaru měřeného výrobku.

Podle další z možných variant měření zůstává měřicí stůl 3 v horizontální poloze a měřicí hlava 12 s bezkontaktními měřicími sondami 11 se pohybuje nad měřeným výrobkem 6.

25 V příkladném provedení podle obr. 2 je měřený výrobek 6, v konkrétním znázornění automobilové sklo uloženo na měřicí ploše 31 měřicího stolu 3 stejně jako u provedení podle obr. 1. Ruční nastavování magnetických upínek 15 pomocí nastavovací hlavy 171 a laserového zářiče 16 je nahrazeno mechanickým roznašečem 13, který je přestavitelně uložen na pomocném příčnicku 141, jehož konce jsou přestavitelně uloženy na pomocném lineárním vedení 14, které je uloženo v blízkosti okrajů měřicího stolu 3 rovnoběžně s lineárním vedením 7. Pro ruční roznašení magnetických upínek 15 s podpěrami 4 nebo s dorazy 5 jsou pomocné lineární vedení 14 i pomocný příčník 141 opatřeny stupnicemi pro nastavování roznašeče 13 v souřadnicích x, y. Pro automatické roznašení magnetických upínek 15 je roznašeč 13 spřažen se známým neznázorněným
35 pohonem pro nastavování jeho polohy v ose y a pomocný příčník 141 je spřažen se známými neznázorněnými pohony pro nastavování polohy pomocného příčnicku 141, respektive polohy roznašeče 13 v ose x. Oba pohony jsou spřaženy se známým neznázorněným řídicím zařízením, v němž jsou uloženy informace o požadovaných polohách upínek 15 pro dorazy nebo podpěry. V obou případech se magnetická upínka 15 vloží podpěrou 4 nebo dorazem 5 do uchopovací části roznašeče 13, jímž se přemístí do předem definované polohy, v níž se zajistí na měřicí ploše 31
40 měřicího stolu 3 a uvolní z roznašeče 13, do něhož se vloží podpěra 4 nebo doraz 5 další magnetické upínky 15.

45 U provedení podle obr. 2 je dále znázorněno alternativní provedení měřicí hlavy 12, která je dělená. Střední část bezkontaktních měřicích sond 11 je uložena přímo na příčnicku 8 stejně jako u provedení podle obr. 1. Okrajové části bezkontaktních měřicích sond 11 jsou uloženy na sklopných ramenech 10, která jsou otočně uložena na příčnicku 8. Vzhledem k tomu, že měřené výrobky 6, zejména automobilová skla, jsou v některých případech výrazně tvarovaná zejména v okrajových částech a podobně mohou být tvarovány i jiné měřené výrobky 6, lze sklopná ramena 10
50 s bezkontaktními měřicími sondami 11 natáčet do polohy, v níž jsou osy bezkontaktních měřicích sond 11 co nejvíce kolmé na povrch příslušné části měřeného tvarovaného výrobku 6, tedy osy bezkontaktních měřicích sond 11 mají co nejmenší odklon od normály povrchu měřeného tvarovaného výrobku 6, což zvyšuje přesnost měření tvaru okrajových částí měřeného tvarovaného výrobku 6.

55

U provedení podle obr. 3 je na měřicím stole 3 uložena pseudomaketa 18 tvořená deskou, na níž jsou v měřicích bodech, například v RPS bodech v případě měření automobilového skla 6, uloženy podpěry 4 a po obvodě automobilového skla 6 dorazy 5. Pseudomaketa 18 je na měřicím stole 3 uložena pomocí fixačních trnů 19, které přesně definují její polohu. Pro každý typ a rozměry měřeného automobilového skla 6 je třeba vytvořit speciální pseudomaketu 18. Měřené automobilové sklo 6 je všech výše uvedených provedeních ustaveno stejně přesně. Na obr. 3a je znázorněn detail pevného uložení podpěry 4 v desce pseudomakety 18. Dorazy 5 jsou v desce pseudomakety 18 uloženy stejně. Ostatní transparentní tvarované plošné výrobky ze skla nebo plastu se na měřicí plochu 31 měřicího stolu 3 mohou ukládat rovněž pomocí pseudomakety, což má význam u výrobků velkých sérií jednoho konkrétního provedení, ale v případech, kdy sérií kontrolovaných výrobků je více, neboť toto řešení umožňuje přechod z jednoho měřeného tvaru na další bez zdlouhavého nastavování a v případě potřeby rychlý návrat k původně měřenému tvaru.

U neznázorněného provedení je měřicí hlava 12 s bezkontaktními měřicími sondami 11 uspořádána na rameni robota, přičemž bezkontaktní měřicí sondy 11 jsou v jedné rovině, která je rovnoběžná s měřicí plochou měřicího stolu 3. Robot není uložen na rámu 1 zařízení pro bezkontaktní měření, ale je opatřen zařízením pro udržování konstantní vzdálenosti bezkontaktních měřicích sond 11 od měřicí plochy 31 měřicího stolu 3. Vzájemný pohyb měřicí hlavy 12 a měřicího stolu 3 se u tohoto provedení vyvolává pohybem měřicí hlavy 12, při němž bezkontaktní měřicí sondy 11 se pohybují v rovině rovnoběžné s měřicí plochou 31 měřicího stolu 3, přičemž vykonávají dráhu přímkovou nebo křivkovou, buď po zvolené křivce, nebo po křivce obecné.

Pokud se týká vzájemného pohybu měřicí hlavy 12 nad měřeným výrobkem 6, může být tento pohyb nahrazen pohybem měřicího stolu 3, přičemž měřicí hlava 12 je stacionární, nebo se může pohybovat jak měřicí stůl 3, tak měřicí hlava 12.

Při nižších požadavcích na přesnost tvaru měřeného tvarovaného výrobku 6 mohou být podpěry 4 pominuty, měřený tvarovaný výrobek 6 je vložen na měřicí plochu 31 měřicího stolu 3 mezi dorazy 5 a během otáčení do měřicí polohy je opřeno o dorazy 5, které přibližně polohují každý měřený tvarovaný výrobek 6 bez nároků na přesnost.

V příkladném provedení podle obr. 5 je měřicí stůl 3 tvořen měřicím dopravníkem 32 s pohyblivou měřicí plochou 31, na níž jsou během měření uloženy měřené tvarované výrobky 6. Měřicí hlava 12 je u tohoto provedení stacionární a je pevně uložena na rámu 320 měřicího dopravníku 32 a rozprostírá se přes celou šířku měřicího dopravníku 32. Měřicí dopravník je u tohoto provedení součástí výrobní linky měřených tvarovaných výrobků 6. Měřený výrobek 6 je neznázorněnou výrobní linkou dopraven do vstupní periferie 20 měřicího zařízení, kterou je ukončena výrobní linka před měřicím dopravníkem 32, z níž je pomocí manipulátoru 21 přenesen na měřicí plochu 31 měřicího dopravníku 32 a ustaven do měřicí polohy. Měřicí plocha 31 měřicího dopravníku 32 unáší měřený výrobek 6 pod měřicí hlavou 12. Během průchodu měřeného výrobku 6 pod měřicí hlavou 12 probíhá měření geometrické přesnosti tvaru transparentního tvarovaného plošného výrobku některým z výše popsaných způsobů. Bezkontaktní měřicí sondy 11 jsou propojeny/spřaženy s řídicí jednotkou 23, která je opatřena vyhodnocovacími prostředky 23 vzdálenosti z bezkontaktní měřicí sondy 11 od horní plochy měřeného tvarovaného výrobku 6 v příslušných souřadnicích x, y. Na konci měřicího dopravníku 32 je výrobek uchopen manipulátorem 21 a přenesen do výstupní periferie 22 měřicího zařízení, která navazuje na měřicí dopravník 32, a dále výrobek 6 pokračuje neznázorněnými navazujícími částmi výrobní linky.

Výše popsané varianty zařízení slouží k provádění způsobu měření geometrické přesnosti tvaru transparentních tvarovaných plošných výrobků ze skla nebo plastu, zejména automobilových skel, přičemž způsob lze provádět i na jiných zařízeních, která nejsou popsána.

Měřený transparentní tvarovaný plošný výrobek 6 se uloží do předem stanovené měřicí polohy na měřicí plochu 31 měřicího stolu 3, proti níž je uspořádána měřicí hlava 12 osazená množstvím bezkontaktních měřicích sond 11, které jsou uspořádány proti měřicí ploše 31 a zahájí se měření.

Měřicí hlava 12 a měřicí plocha 31 měřicího stolu se během měření vzájemně pohybují, přičemž měřený výrobek 6 prochází pod měřicí hlavou 12, respektive mezi měřicí hlavou 12 a měřicí plochou 31, na níž je uložen. Během vzájemného pohybu měřicí hlavy 12 a měřicí plochy 31 se vyhodnocuje vzdálenost bezkontaktních měřicích sond 11 od povrchu měřeného transparentního tvarovaného plošného výrobku 6, načež se tyto hodnoty porovnávají s požadovanými hodnotami vzdáleností v polohách odpovídajících polohám měření, obvykle s hodnotami vzdáleností v odpovídajících bodech CAD modelu měřeného výrobku 6.

10 Průmyslová využitelnost

Vynález je určen zejména pro zjišťování tvaru automobilových skel, může však být využit i pro zjišťování geometrické přesnosti tvaru jiných transparentních tvarovaných plošných výrobků ze skla nebo plastu, například v architektonických aplikacích při řešení opláštění budov, v řešení interiérů budov, bytů a v sanitárních aplikacích, tvarů automobilových reflektorů a podobných výrobků.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob bezkontaktního zjišťování geometrické přesnosti tvaru transparentního tvarovaného plošného výrobku (6) ze skla nebo plastu, **vyznačující se tím**, že měřený transparentní tvarovaný plošný výrobek (6) se uloží do předem stanovené měřicí polohy na měřicí plochu (31) měřicího stolu (3), proti níž je uspořádána měřicí hlava (12) osazená množstvím bezkontaktních měřicích sond (11), které jsou uspořádány proti měřicí ploše (31) měřicího stolu (3), přičemž měřicí hlava (12) a měřicí plocha (31) měřicího stolu (3) se během měření vzájemně pohybují, přičemž vzdálenost mezi bezkontaktními měřicími sondami (11) a měřicí plochou (31) měřicího stolu (3) je konstantní a v předem stanovených polohách bezkontaktních měřicích sond (11) se během vzájemného pohybu měřicí hlavy (12) a měřicí plochy (31) měřicího stolu (3) vyhodnocuje vzdálenost bezkontaktních měřicích sond (11) od povrchu měřeného transparentního tvarovaného plošného výrobku (6), načež se tyto hodnoty vzdáleností porovnávají s požadovanými hodnotami vzdáleností v polohách odpovídajících polohám měření.
2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že naměřené hodnoty vzdáleností měřicích sond (11) od povrchu měřeného výrobku (6) se porovnávají s hodnotami vzdáleností v odpovídajících bodech CAD modelu měřeného výrobku (6).
3. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že vzájemný pohyb měřicí hlavy (12) a měřicí plochy (31) měřicího stolu (3) se vyvolává pohybem měřicí hlavy (12).
4. Způsob podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že vzájemný pohyb měřicí hlavy (12) a měřicí plochy (31) měřicího stolu (3) se vyvolává pohybem měřicí plochy (31) nebo pohybem měřicího stolu (3).
5. Způsob podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že v klidové poloze měřicí hlavy (12) se nastavuje vzdálenost měřicích sond (11) vzhledem k měřicí ploše (31) měřicího stolu (3) podle předpokládaného tvaru měřeného výrobku (6) buď individuálně, nebo ve skupinách pro dosažení maximální přesnosti měření.
6. Způsob podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že měřený tvarovaný výrobek (6) se na měřicí plochu (31) měřicího stolu (3) ukládá ve vodorovné poloze měřicího stolu (3).
7. Způsob podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že měřicí stůl (3) zůstává při měření ve vodorovné poloze.
8. Způsob podle nároku 6, **vyznačující se tím**, že měřicí stůl (3) se před zahájením měření otočí do měřicí polohy.
9. Způsob podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že před uložením měřeného tvarovaného výrobku (6) na měřicí plochu (31) měřicího stolu (3) se na měřicí plochu (31) měřicího stolu (3) rozmístí podpěry (4) pro bodový kontakt s měřeným výrobkem (6) a dorazy (5) pro vymezení polohy měřeného výrobku (6) na měřicí ploše (31) měřicího stolu (3).
10. Způsob podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že podpěry (4) a dorazy (5) jsou umístěny na magnetických upínkách (15), které se po měřicí ploše (31) měřicího stolu (3) přemísťují ve směru souřadnic (x, y) ručně do předem určené polohy měřicích bodů, přičemž poloha se nastavuje pomocí laserového paprsku kolmého k rovině měřicí plochy (31) měřicího stolu (3), přičemž výšky podpěr (4) se nastavují individuálně podle tvaru měřeného výrobku (6) na velikost souřadnice (z) příslušného měřicího bodu.

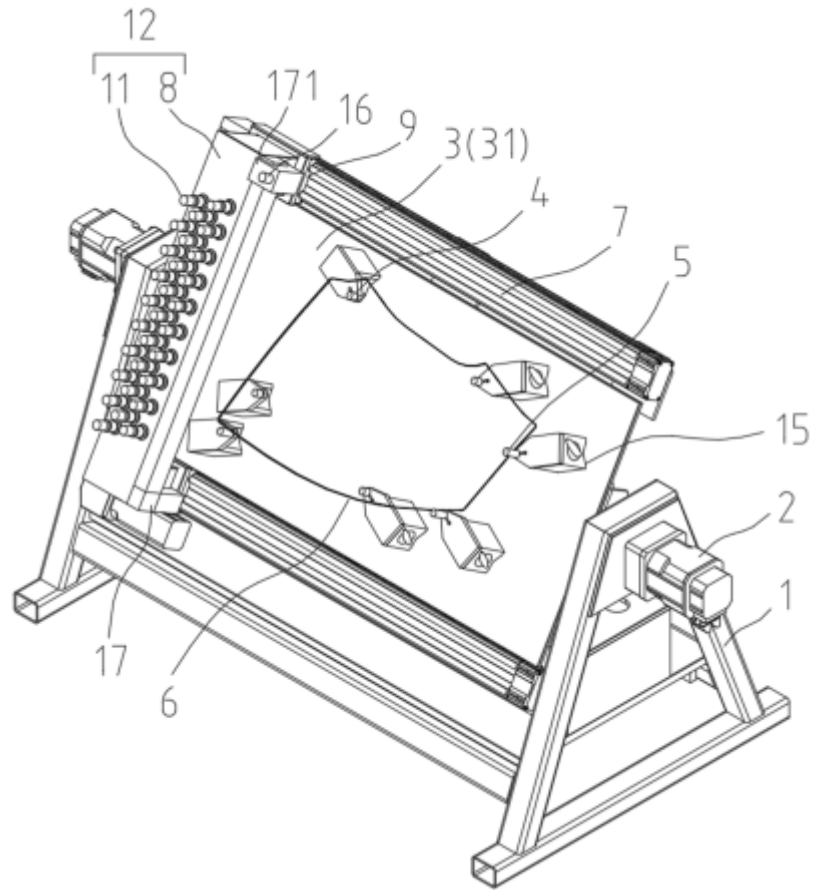
11. Způsob podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že podpěry (4) a dorazy (5) jsou umístěny na magnetických upínkách (15), které se po měřicí ploše (31) měřicího stolu (3) rozmísťují ve směru souřadnic (x, y) pomocí roznašeče (13) do předem určené polohy měřicích bodů, přičemž výšky podpěr (4) se nastavují individuálně podle tvaru měřeného tvarovaného výrobku (6) na velikost souřadnice (z) příslušného měřicího bodu buď před rozmísťováním, nebo po umístění podpěry (4) do příslušných souřadnic (x, y).
12. Způsob podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že podpěry (4) a dorazy (5) jsou v měřicích bodech pevně uloženy na desce pseudomakety (18), která se na měřicí stůl (3) ukládá na fixační trny (19) vymezující její polohu.
13. Způsob podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že bezkontaktní měřicí sondy (11) jsou tvořeny konfokálními sondami, které směrem k povrchu měřeného výrobku (6) vysílají paprsky bílého světla a sledují paprsek odražený od povrchu měřeného výrobku (6) a vyhodnocují vlnovou délku přijatého paprsku, z níž určují vzdálenost od povrchu měřeného výrobku (6).
14. Způsob podle libovolného z nároků 1 až 12, **vyznačující se tím**, že bezkontaktní měřicí sondy (11) jsou tvořeny ultrazvukovými sondami
15. Zařízení k provádění způsobu podle libovolného z předcházejících nároků obsahující měřicí stůl (3) s měřicí plochou (31) pro ukládání měřeného transparentního tvarovaného plošného výrobku (6) ze skla nebo plastu, **vyznačující se tím**, že proti měřicí ploše (31) měřicího stolu (3) je uspořádána měřicí hlava (12) osazená množstvím bezkontaktních měřicích sond (11) směřujících k měřicí ploše (31) měřicího stolu (3), přičemž měřicí hlava (12) a měřicí plocha (31) měřicího stolu (3) jsou uspořádány s možností vzájemného pohybu, během něhož zůstává vzdálenost mezi bezkontaktními měřicími sondami (11) a měřicí plochou (31) měřicího stolu (3) konstantní, přičemž bezkontaktní měřicí sondy (11) jsou propojeny/spřaženy s řídicí jednotkou, která je opatřena vyhodnocovacími prostředky vzdálenosti (z) bezkontaktní měřicí sondy (11) od horní plochy měřeného tvarovaného výrobku (6) v příslušných souřadnicích (x, y).
16. Zařízení podle nároku 15, **vyznačující se tím**, že měřicí stůl (3) je tvořen měřicím dopravníkem (32) s pohyblivou měřicí plochou (31), na níž jsou uloženy měřené tvarované výrobky (6), přičemž měřicí hlava (12) je stacionární a je pevně uložena na rámu (320) měřicího dopravníku (32) a rozprostírá se přes celou šířku měřicího dopravníku (32).
17. Zařízení podle nároku 16, **vyznačující se tím**, že měřicí dopravník (32) je součástí výrobní linky měřených tvarovaných výrobků (6).
18. Zařízení podle libovolného z nároků 15 až 17, **vyznačující se tím**, že bezkontaktní měřicí sondy (11) jsou v měřicí hlavě (12) uspořádány v alespoň jedné řadě kolmé na směr vzájemného pohybu měřicí hlavy (12) a měřicího stolu (3).
19. Zařízení podle libovolného z nároků 15 až 18, **vyznačující se tím**, že bezkontaktní měřicí sondy (11) jsou v měřicí hlavě (12) uloženy přestavitelně ve směru k a od měřicí plochy (31) měřicího stolu (3).
20. Zařízení podle libovolného z nároků 15 a 18 až 19, **vyznačující se tím**, že měřicí hlava (12) je uložena přestavitelně v rovině měření ve směru kolmém na směr vzájemného pohybu měřicí hlavy (12) a měřicího stolu (3).
21. Zařízení podle libovolného z nároků 15 až 20, **vyznačující se tím**, že měřicí hlava (12) je na koncích opatřena sklopnými rameny (10), v nichž jsou také uloženy bezkontaktní měřicí sondy (11).

22. Zařízení podle libovolného z nároků 15 až 21, **vyznačující se tím**, že bezkontaktní měřicí sondy (11) jsou tvořeny konfokálními sondami nebo ultrazvukovými sondami.
- 5 23. Zařízení podle libovolného z nároků 15 až 22, **vyznačující se tím**, že měřicí stůl (3) je otočně uložen na rámu (1), přičemž jeho měřicí plocha (31) je schopna zaujímat horizontální polohu a měřicí polohu.
- 10 24. Zařízení podle libovolného z nároků 15 až 23, **vyznačující se tím**, že na měřicí ploše (31) měřicího stolu (3) jsou uloženy podpěry (4) pro bodový kontakt s měřeným výrobkem (6) a dorazy (5) pro vymezení polohy měřeného výrobku (6) na měřicí ploše (31) měřicího stolu (3).
- 15 25. Zařízení podle nároku 24, **vyznačující se tím**, že podpěry (4) a dorazy (5) jsou uloženy na magnetických upínkách (15) přemístitelných vzhledem k měřicí ploše (31) a ustavitelných v určené poloze na měřicí ploše (31) měřicího stolu (3).
- 20 26. Zařízení podle nároku 24, **vyznačující se tím**, že podpěry (4) a dorazy (5) jsou pevně uloženy v měřicích bodech na desce/tělese pseudomakety (18), která je na měřicí ploše (31) měřicího stolu (3) upevnitelná pomocí fixačních trnů (19), které vymezují její polohu.

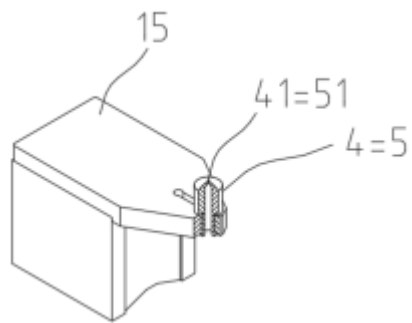
5 výkresů

Seznam vztahových značek

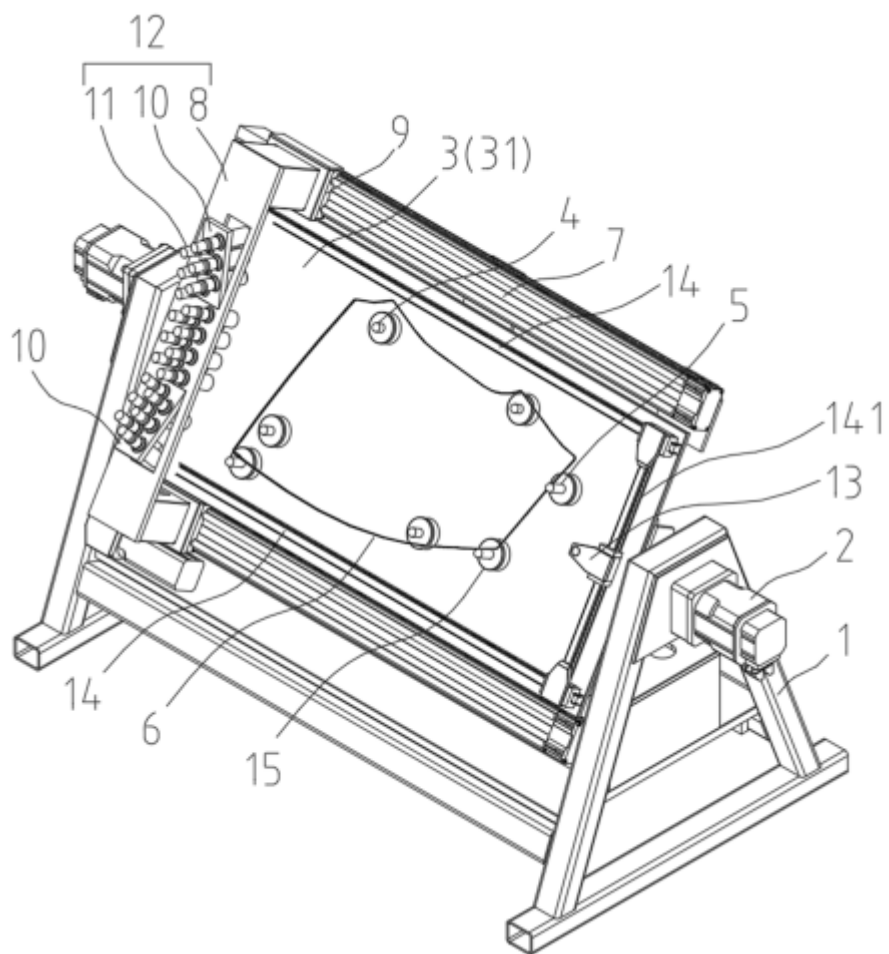
1	rám zařízení
2	pohon
3	měřicí stůl
31	měřicí plocha
32	měřicí dopravník
320	rám měřicího dopravníku
4	podpěra
41	zaměřovací otvor podpěry
5	doraz
51	zaměřovací otvor dorazu
6	měřený výrobek
7	lineární vedení
8	příčnick
9	vozik
10	sklopné rameno
11	bezkontaktní měřicí sonda
12	měřicí hlava
13	roznašeč
14	pomocné lineární vedení
141	pomocný příčnick
15	magnetická upínka
16	laserový zářič
17	příčné vedení nastavovací hlavy laserového zářiče
171	nastavovací hlava laserového zářiče
18	pseudomaketa
19	fixační trn pseudomakety
20	vstupní periferie měřicího zařízení
21	manipulátor
22	výstupní periferie měřicího zařízení



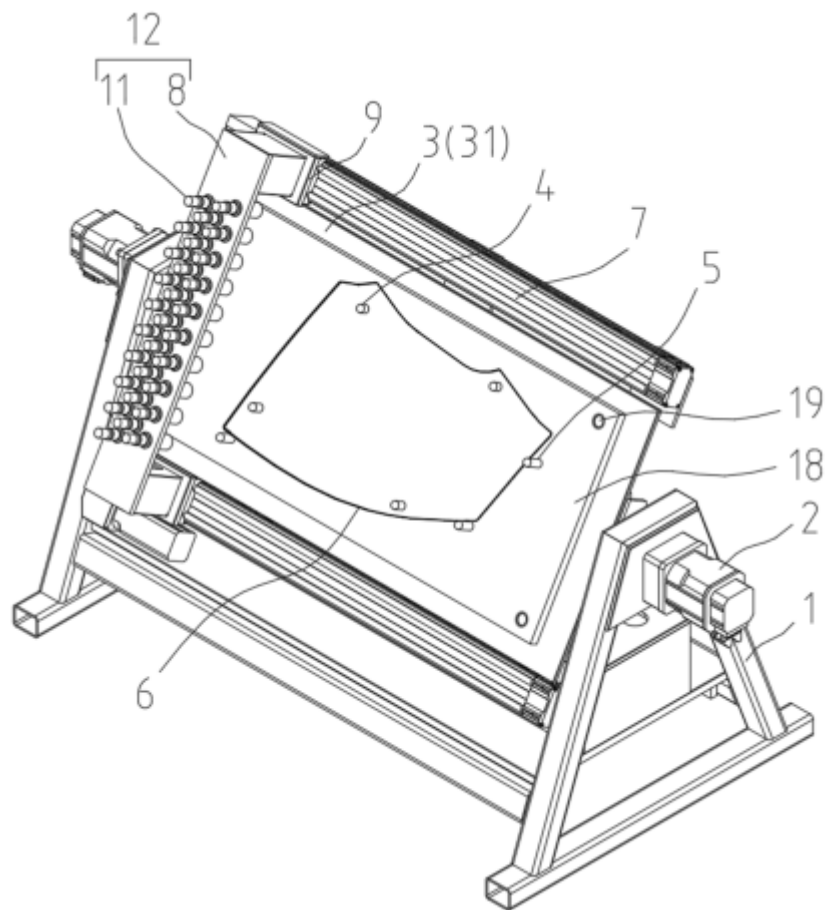
Obr. 1



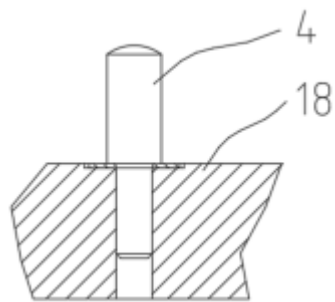
Obr. 1a



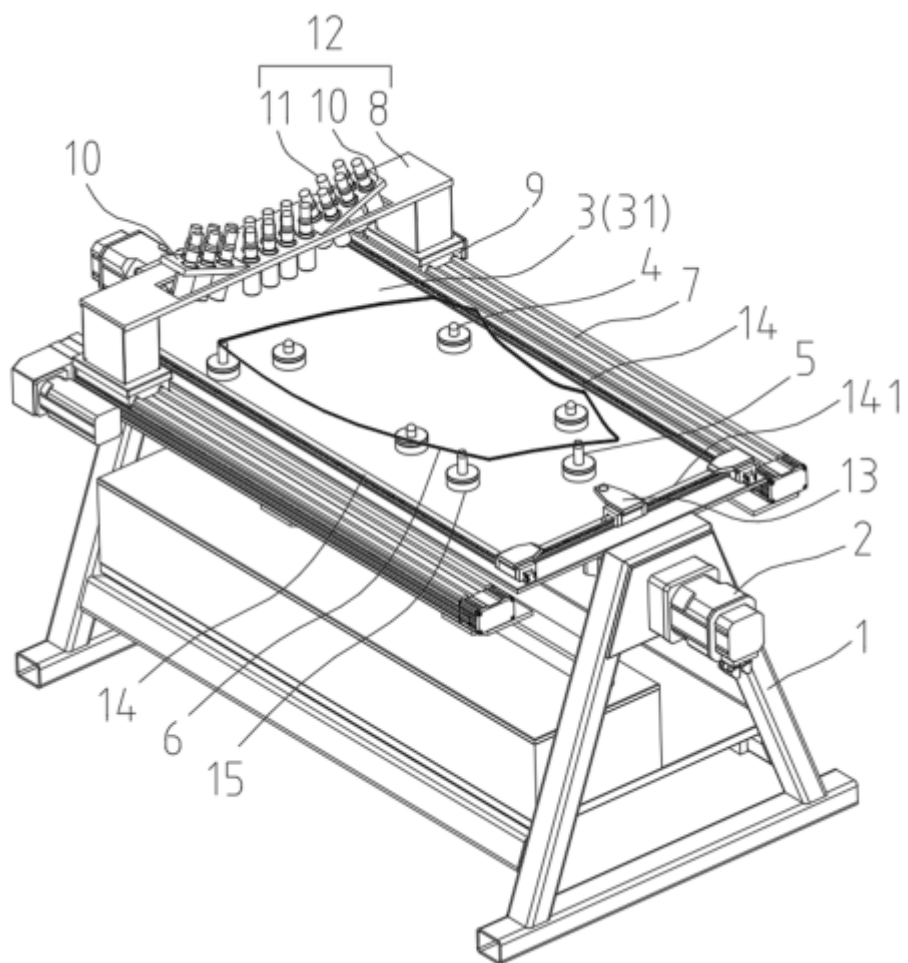
Obr. 2



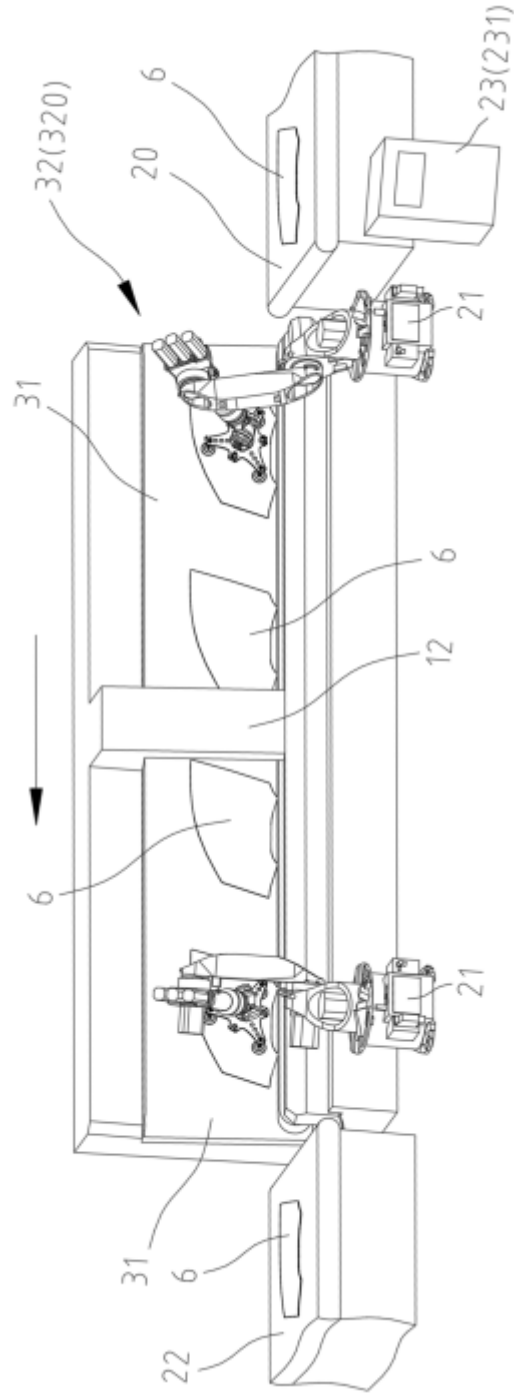
Obr. 3



Obr. 3a



Obr. 4



Obr. 5