

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

32 966

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

G01N 27/416 (2006.01)
G01N 27/26 (2006.01)
G01N 33/00 (2006.01)
C01C 1/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2019-36091**
(22) Přihlášeno: **04.04.2019**
(47) Zapsáno: **25.06.2019**

- (73) Majitel:
České vysoké učení technické v Praze, Praha 6,
Dejvice, CZ
- (72) Původce:
Ing. Stanislav Kušmírek, Kežmarok, 060 01, SK
Ing. Vladimír Socha, Ph.D., Košice, 040 22, SK
Ing. Lenka Hanáková, Prostějov, CZ
doc. Ing. Jakub Kraus, Ph.D., Praha 8, Libeň, CZ
- (74) Zástupce:
Ing. Václav Kratochvíl, Husníkova 2086/22, 158 00
Praha 5, Stodůlky

- (54) Název užitého vzoru:
**Zařízení pro detekci a lokalizaci zdroje
plynu zejména amoniaku**

CZ 32966 U1

Zařízení pro detekci a lokalizaci zdroje plynu zejména amoniaku

Oblast techniky

5

Technické řešení se týká navrženého konceptu pohybujících se senzorických jednotek tvořících senzorickou síť. Senzorické jednotky obsahují vysoce citlivý senzor amoniaku. Technické řešení uvažuje mimo samotné detekce přítomnosti amoniaku i s možností přesné lokace zdroje v 2D prostoru. Celé technické řešení je dimenzované na integraci do architektonických prvků, např. do

10

Dosavadní stav techniky

V současné době existují různá statická zařízení pro detekci amoniaku, neexistují však žádná zařízení s pohybujícími se senzory tvořícími senzorickou síť na detekci amoniaku s možností přesné 2D lokace samotného zdroje. Dostupná zařízení na detekci amoniaku mají pouze kontrolní charakter, přičemž se většinou jedná o statické zařízení spoléhající se na difuzní jev plynu. Nevýhodou těchto zařízení je, že k detekci amoniaku na velké ploše je potřeba velké množství

20

těchto statických zařízení, a s množstvím jsou spojeny vyšší pořizovací náklady a náklady na údržbu.

Pro účely bezkontaktní detekce přítomnosti amoniaku v kapalných nebo plyných látkách lze senzory klasifikovat do čtyř skupin. Jsou to senzory využívající detekce prostřednictvím elektrické impedance, detekce prostřednictvím laserové spektroskopie, snímáním povrchových akustických vln a senzory plynové. První tři kategorie senzorů jsou specifické kvalitami jako je vysoká citlivost, široký dynamický rozsah nebo vysoká reverzibilita odezvy. Naopak jejich nevýhodami jsou vysoká energetická náročnost a časová náročnost měření, případně nutnost potřeby přípravy vzorku na měření – umístění kyvety do světelného pole nebo akusticky izolované prostředí. Dané nedostatky konstrukčně neumožňují širokou aplikaci detektorů, a proto jsou používány výhradně pro laboratorní zařízení.

25

30

Nejširší uplatnění ze všech skupin bezkontaktních senzorů amoniaku mají plynové senzory. Takovýto senzor se obvykle skládá z pole uhlíkových nanotrubiček využívající vlastnost dielektroforézy, tedy elektro-kinetického pohybu dielektrických polarizovaných materiálů v nerovnoměrném elektrickém poli. Díky velké ploše stěn nanotrubiček disponuje senzor vysokou rychlostí odezvy, přičemž je zachována poměrně dobrá citlivost a selektivita na daný plyn. Konstrukčním problémem zařízení využívajících tento druh senzoru je samotná fundamentální fyzikální podstata senzoru. Je-li senzor využit ve statickém zařízení, jako je například závěsný bezpečnostní detektor monitorující únik amoniaku na hokejových stadionech, senzor je po svojí saturaci neschopný opětovného měření až do doby, kdy v prostředí není detekovaná látka přítomna. Přenosná zařízení s plynovými senzory jsou v takovémto případě fyzicky odnesena do čistého prostředí, kde dochází k desaturaci senzoru, čímž je senzor připraven na opětovné měření.

45

Dostupná zařízení na měření přítomnosti amoniaku v prostředí mají jen kontrolní charakter, přičemž se využívají individuálně, bez vzájemné interakce a přenosu informací. Dostupná řešení zařízení neprokázala vytvoření senzorické sítě amoniakových senzorů, jako ani zařízení schopného autonomní detekce 2D lokalizace zdroje amoniaku.

50

Podstata technického řešení

Výše uvedené nedostatky jsou do značné míry odstraněny zařízením pro detekci a lokalizaci zdroje plynu zejména amoniaku, obsahujícím alespoň jeden senzor přítomnosti plynu, podle

55

tohoto technického řešení. Jeho podstatou je to, že obsahuje alespoň jedno vedení opatřené nosnými koncovkami s koncovými spínači a pohyblivě umístěným běžcem, opatřeným senzorickou jednotkou s alespoň jedním senzorem přítomnosti plynu, vysílacím modulem propojeným s centrální výpočetní jednotkou a zdrojem energie. Běžec je přes řemen propojen s krokovým motorem pro pohyb běžce a současné měření vzdálenosti mezi senzorickou jednotkou a jednotlivými nosnými koncovkami opatřenými spojovacími stěnami.

Zařízení s výhodou obsahuje čtyři vedení navzájem propojené přes spojovací stěny koncovek do podoby uzavřeného rámu.

Vedení je ve výhodném provedení tvořeno dvěma rovnoběžnými vodícími tyčemi a běžec se senzorickou jednotkou je k vodícím tyčím připojen prostřednictvím minimálně dvou lineárních ložisek. Vysílací modul je propojen s centrální výpočetní jednotkou s výhodou bezdrátově. Řemen může být opatřen napínací kladkou.

Senzor je s výhodou připojen k plošnému spoji umístěnému na senzorické jednotce a opatřenému porty pro další senzory. Krokové motory mohou být opatřeny externím zdrojem energie. Senzorická jednotka je s výhodou opatřena krytem s žebrem pro kontakt s koncovým spínačem.

Navržené zařízení využívá pohyblivé senzorické jednotky na vytvoření senzorické sítě za účelem rychlé a diskrétní lokalizace zdroje plynu, zejména amoniaku.

Technické řešení se týká navrženého konceptu pohybujících se senzorických jednotek tvořících senzorickou síť. Senzorické jednotky obsahují vysoce citlivý senzor amoniaku. Celé technické řešení je dimenzované na integraci do architektonických prvků, např. do podlahy nebo zárubní dveří.

Systém sestává ze čtyř základních vedení - jednotek sestavených do čtverce. Každá základní jednotka se skládá ze dvou nosných koncovek navzájem propojených dvěma vysoce leštěnými ocelovými tyčemi vytvářejícími dráhu pro běžec. Běžec je s tyčemi propojen párem lineárních ložisek. Pohon běžce zabezpečuje krokový motor ukotvený na nosné koncovce. Mimo motorické funkce umožňující pohybovat s běžcem ve vymezeném prostoru mezi rohy zařízení, má krokový motor funkci měřicího zařízení - na základě počtu kroků lze přesně určit vzdálenost běžce od referenčního bodu. Pro kalibraci měření této vzdálenosti bylo nutné integrovat dva koncové mikrosplínače na vrchol nosných koncovek - jeden určuje referenční bod, druhý koncový bod pohybu. Přenos mechanické síly je řešen klínovým řemenem. Na vrchní části běžce je umístěn plošný spoj s Bluetooth modulem a samotným senzorem plynu - amoniaku. Plošný spoj má integrován vlastní zdroj energie, takže při pohybu běžce - senzorické jednotky - není třeba kabelů. Sensorová část je krytovaná.

Hlavní podstata technického řešení spočívá ve schopnosti zařízení lokalizovat pozici zdroje amoniaku prostřednictvím čtyř nezávisle se pohybujících senzorických jednotek po čtvercové trajektorii. Pro co nejpřesnější lokalizaci zdroje v rámci jedné měřené osy je nutné, aby se senzorická jednotka saturovala dvakrát. První saturace odhadne kvadrát, v němž se zdroj nachází, druhá přibližnou polohu. Všechny výpočty lokalizace se vykonávají na výpočetní jednotce. Data potřebná pro výpočty pocházejí z krokového motoru definující vzdálenost v ose měření a polohu senzorické jednotky poukazující na výskyt měřeného plynu. Principiálně je možné danou senzorickou síť využít na lokalizaci jiných plynů - v závislosti na použitém senzoru.

Za účelem vytvoření 2D senzorické sítě schopné detekovat pozici zdroje plynu - amoniaku jak v ose x tak v ose y bez použití subsidiárních měřících systémů je nevyhnutelné použít sofistikovanější konfiguraci senzorů a jejich vzájemných pohybů. Jako základní stavební jednotka pro 2D senzorickou síť slouží 1D platforma - jedno vedení. Koncovka tvaru U poskytuje prázdnou protilehlou stranu motoru, která má predispozice jako konstrukčně vhodná základna - stěna pro další napájený modul. Při postupném skládání modulů vznikne výsledný

čtvercový tvar kostry konstrukce, např. obdélník. Za účelem nejširšího pokrytí prostoru senzory je počáteční stav běžců navržen v rozích vzniklého čtvercového útvaru.

Novost řešení spočívá ve vytvoření senzorické sítě založené na dynamicky se pohybujících senzorických jednotkách. Vlastnost pohybu senzorických jednotek umožňuje vysokou efektivitu zařízení a vysoký poměr rozlohy snímaného prostoru k počtu použitých senzorů. Zařízení poskytuje dostatečný počet dat k matematickému výpočtu zdroje amoniaku nebo jiné plynné látky ve 2D prostoru. Systém je určený na diskrétní a rychlou detekci amoniaku ve velkých uzavřených budovách, jako jsou vstupní haly letišť a železničních stanic.

Design zařízení byl navržen s důrazem na akceptování fundamentálních fyzikálních podstat fungování plynových senzorů. S ohledem na nutnost desaturace plynového senzoru pro možnost zahájení opětovného měření bylo nezbytné navrhnout konstrukci umožňující pohyb senzoru - senzorické jednotky - do „netoxické“ části měřeného prostoru. Představené řešení pohybu senzorických jednotek taktéž zvyšuje efektivitu senzorické sítě, poměru rozlohy snímaného prostoru i počtu senzorů.

Objasnění výkresů

Technické řešení bude dále vysvětleno pomocí výkresů, kde se na Obr. 1 nachází základní jednotka – jedno vedení senzorické sítě, na Obr. 2 se nachází izometrický pohled na 2D senzorickou síť. Obr. 3 a Obr. 4 znázorňuje izometrický pohled na roh základní a senzorické jednotky bez ochranného obalu.

Příklad uskutečnění technického řešení

Jak 1D - obr. 1, tak 2D - obr. 2 platforma na měření pozice zdroje amoniaku je založená na možnosti rychlého pohybu detektoru po předem určené trajektorii. Senzorická jednotka 10 sestává ze senzoru 1, který je připojen přes 4pin konektory na sandwichový plošný spoj 2, na němž dochází k prvnímu zpracování signálu. Jeden z modulů plošného spoje 2 obsahuje integrovaný WiFi vysílací modul 3, který posílá signál do centrální výpočetní jednotky. Vrchní plošný spoj 2 obsahuje dalších 30 volných portů 4 umožňujících použití dalších senzorů, a tím rozšíření portfolia sledovaných plynů. Napájení plošného obvodu zabezpečuje baterie.

Senzorická jednotka 10 je připojena na běžec 20. V běžci 20 jsou nalisována dvě lineární ložiska 21, jejichž funkcí je lineárně vést součástku po přímé trajektorii a zamezit případné rotaci běžce 20. Na přední straně běžce 20 se nachází labyrintová geometrie 22, ve které je zaklíněn klínový řemen 23, který je na jedné straně připevněn přes řemenici ke krokovému motoru 31, na druhé straně je napínán kladkou 32. Stejně jako obě osy ložisek 21, tak i klínový řemen 23 jsou vzájemně paralelní. Pohyb běžce 20 je vymezen dvěma rovnoběžnými vysokoleštěnými vodícími tyčemi vedení 33. Rovnoběžné tyče mají také za úlohu udržet konstantní vzdálenost mezi nosnými koncovkami 30, které tvoří stacionární kostru zařízení. Vzdálenost rohů je v případě nutnosti možno doladit maticemi.

Na vrchní části rohů zařízení jsou umístěny koncové spínače 35 nezbytné ke správné kalibraci pozice běžce 20. Pohonnou jednotkou, stejně jako měrnou jednotkou pozice běžce, je krokový motor 31 zavěšený na kostře. Mechanická vazba motoru 31 s pohyblivou jednotkou je zabezpečená již zmíněným krokovým motorem 31. Pro udržení správného chodu pohybového aparátu zařízení je klíčové mít řemenici v rovině labyrint – kladka. Vzhledem k vysokým tolerancím výroby bylo nutno přistoupit k volné řemenici aretované dvěma šrouby k ose otáčení motoru 31. Před mechanickým poškozením je plošný spoj 2 chráněn krytem 5. Na bočních stranách krytu 5 je podélně vystupující žebro 6, jehož funkcí je zabezpečit jediný bod kontaktu s koncovým spínačem 35.

Zařízení je připraveno k měření po jeho zkalibrování, tedy ověření pozice běžců 20 v protilehlých rozích. Řídící a výpočetní jednotka následně dává signál k pohybu běžců 20 – měrným jednotkám. Po dosažení koncové polohy se běžec 20 se senzorem 1 vrací na původní pozici.

5 Sensory 1 tedy svým pohybem cyklicky opisují obvod čtverce, přičemž směr rotace má střídající se charakter.

Změna pohybu nastává při detekci látky. Dojde-li v průběhu pohybu senzoru 1 k jeho nasycení plynem, znamená to, že senzor 1 našel krajní poziční souřadnici možného zdroje v dané ose. Po nasycení se senzor 1 pohne do extrémní pozice, v níž setrvá do jeho desaturace, což mu umožní opět měřit. Zbylé senzory 1 se pohybují stále stejnými pohyby jako předtím. Po desaturování senzoru 1 se tento vrací nazpět k rohu, kde byl signál zjištěn. Při opětovném přechodu plynovým polem se senzor 1 opět nasatí, čímž dává podnět k nepřímému měření pozice běžce 20 na ose přes krokový motor 31. Sensory 1 v druhé ose se stále pohybují, dokud se jeden z nich nenasytí,

10 což vyvolá změnu jako v předcházejícím případě. Ze všech senzorů 1 je získána křivka vyjadřující saturaci senzorů 1 v průběhu měření.

Při určování pozice zdroje v 2D prostoru prostřednictvím senzorické sítě je měření nepřímé. Přibližná pozice zdroje se zpětně dopočítává po druhé saturaci senzoru 1 bez potřeby dalších technologií. V případě 1D platformy není určení přesnější lokace zdroje možné. Pro určení potenciálně nebezpečného pohybujícího se zdroje amoniaku je proto nutné doplnit zařízení o kamerový systém pokrývající svým záběrem dráhu senzorické sítě. V okamžiku saturace senzoru 1 musí kamerový systém detekovat možný zdroj amoniaku jen podle pozice měřené jednotky v čase.

20 25

Průmyslová využitelnost

Zařízení pro dynamickou detekci amoniaku umožňuje vysokou efektivitu zařízení a vysoký poměr rozlohy snímaného prostoru k počtu použitých senzorů. Zařízení poskytuje dostatečný počet dat k matematickému výpočtu zdroje amoniaku nebo jiné plynné látky ve 2D prostoru. Systém je určený na diskrétní a rychlou detekci amoniaku ve velkých uzavřených budovách, jako jsou vstupní haly letišť a železničních stanic. Technické řešení je dimenzované na integraci do architektonických prvků, např. do podlahy nebo zárubní dveří.

30 35

NÁROKY NA OCHRANU

40 1. Zařízení pro detekci a lokalizaci zdroje plynu zejména amoniaku, obsahující alespoň jeden senzor (1) přítomnosti plynu, **vyznačující se tím**, že obsahuje alespoň jedno vedení (33) opatřené nosnými koncovkami (30) s koncovými spínači (35) a pohyblivě umístěným běžcem (20), opatřeným senzorickou jednotkou (10) s alespoň jedním senzorem (1) přítomnosti plynu, vysílacím modulem (3) propojeným s centrální výpočetní jednotkou a zdrojem energie, přičemž

45 běžec (20) je přes řemen (23) propojen s krokovým motorem (31) pro pohyb běžce (20) a současné měření vzdálenosti mezi senzorickou jednotkou (10) a jednotlivými nosnými koncovkami (30) opatřenými spojovacími stěnami (34).

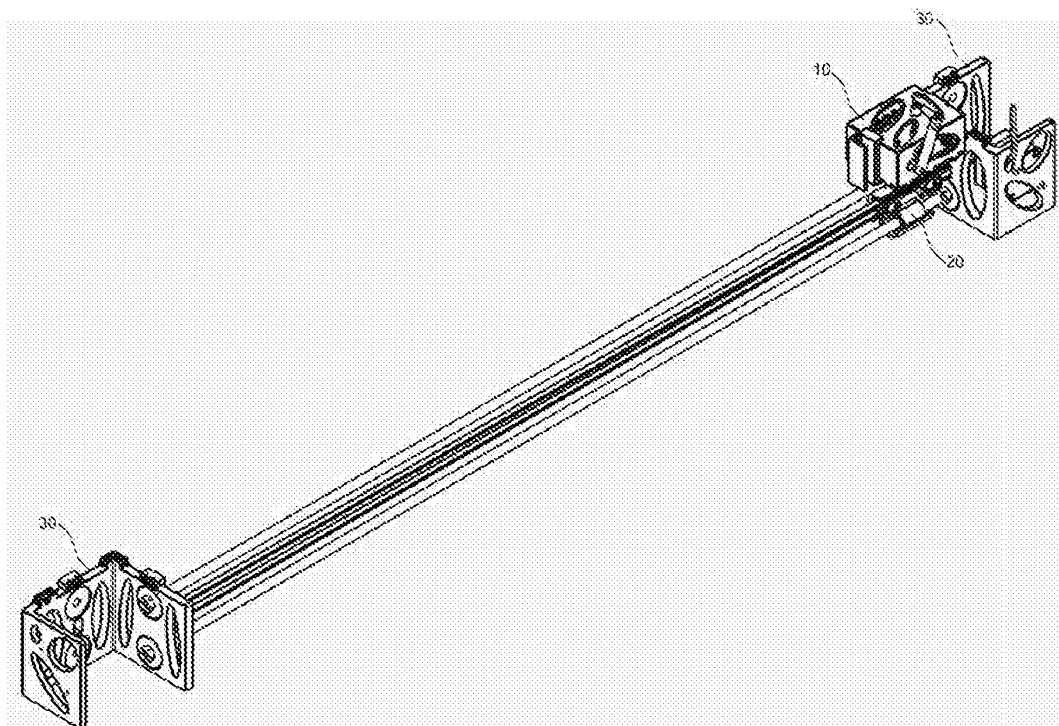
2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že obsahuje čtyři vedení (33) navzájem propojené přes spojovací stěny (34) koncovek (30) do podoby uzavřeného rámu.

50

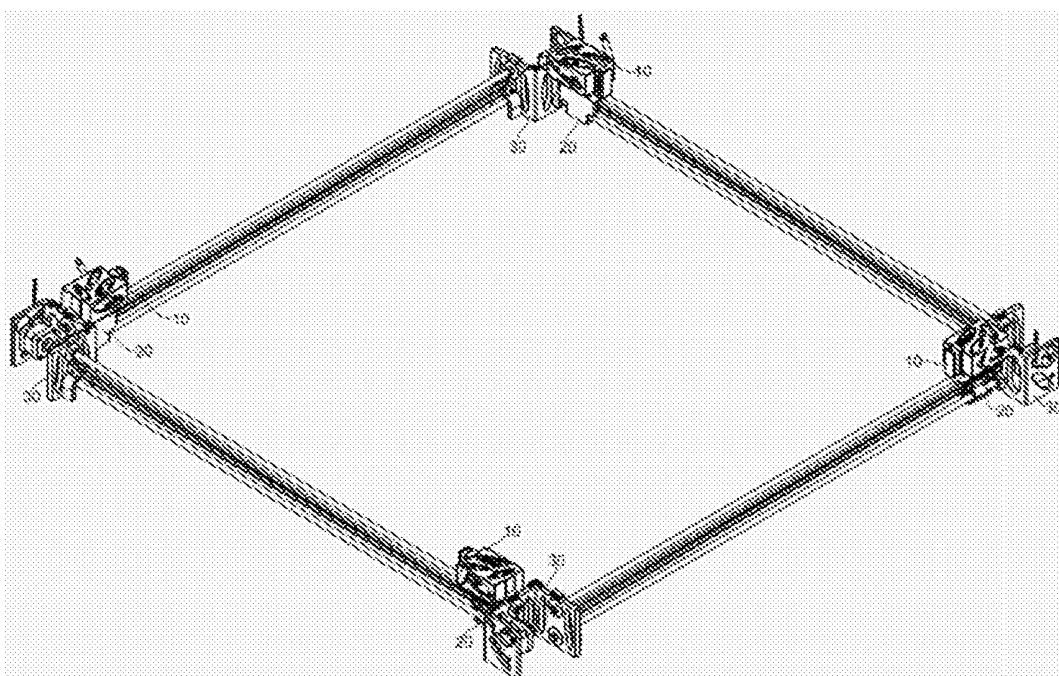
3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že vedení (33) je tvořeno dvěma rovnoběžnými vodícími tyčemi.

4. Zařízení podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že běžec (20) se senzorickou jednotkou (10) je k vodícím tyčím připojen prostřednictvím minimálně dvou lineárních ložisek (21).
5. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že vysílací modul (3) je propojen s centrální výpočetní jednotkou bezdrátově.
6. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že řemen (23) je opatřen napínací kladkou (32).
- 10 7. Zařízení podle kteréhokoli z nároku 1 až 6, **vyznačující se tím**, že senzor (1) je připojen k plošnému spoji (2) umístěnému na senzorické jednotce (10) a opatřenému porty (4) pro další senzory.
- 15 8. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že krokové motory (31) jsou opatřeny externím zdrojem energie.
9. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že senzorická jednotka (10) je opatřena krytem (5) s žebrem (6) pro kontakt s koncovým spínačem (35).

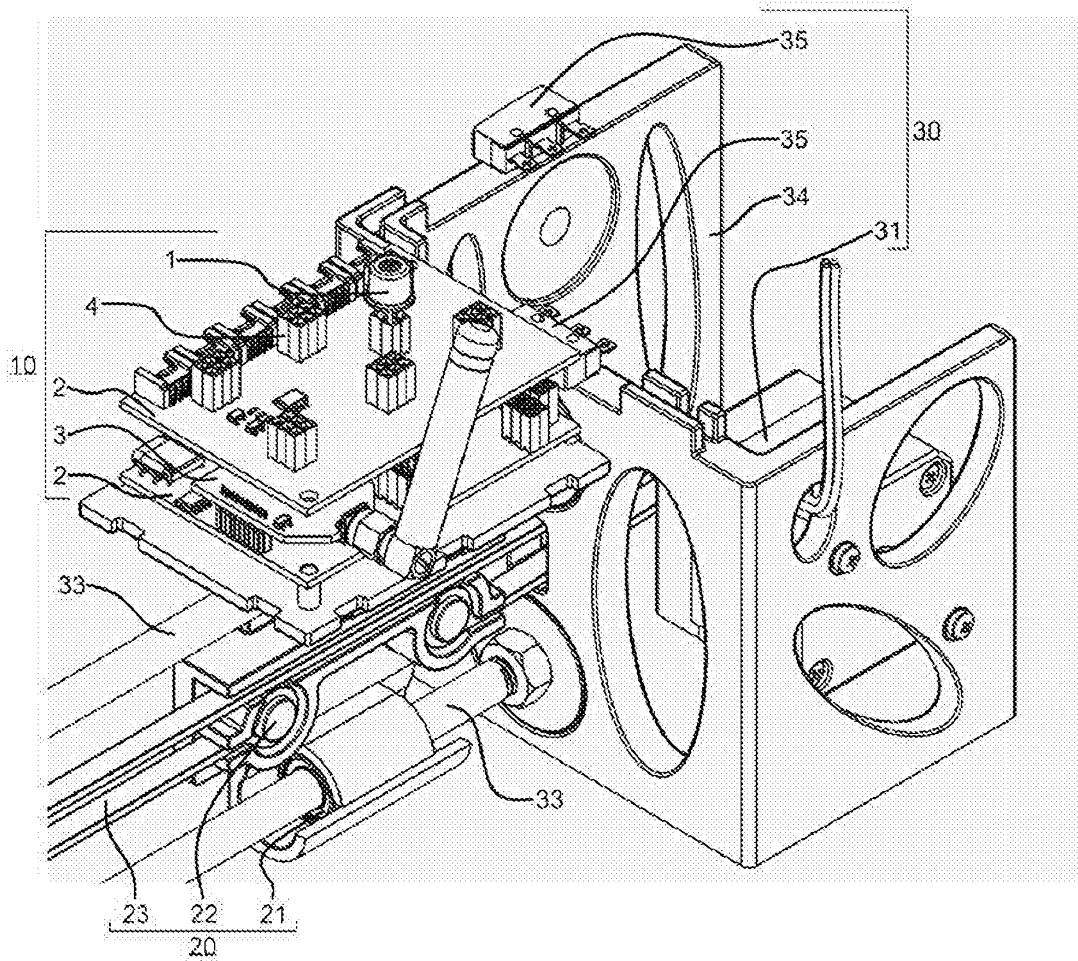
3 výkresy



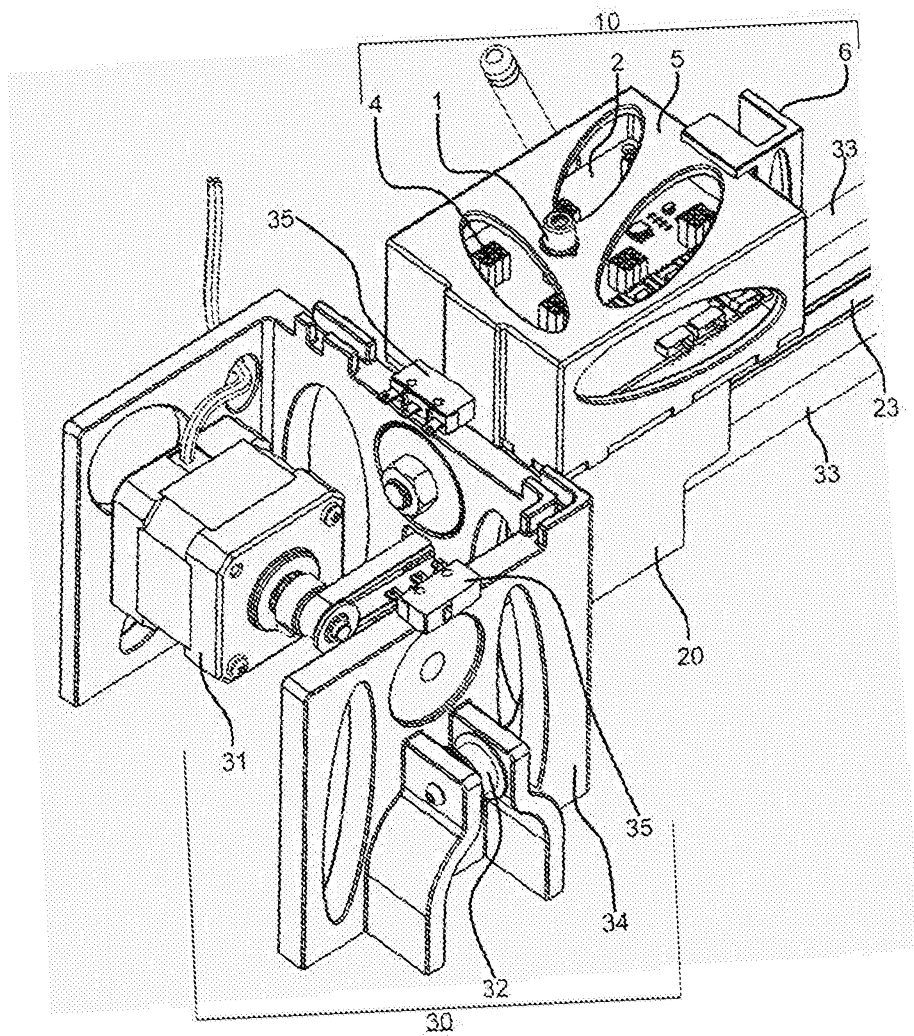
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4