

# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 304 873

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

**G01L 1/14** (2006.01)  
**G01L 1/22** (2006.01)  
**G01L 5/00** (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2013-976**  
(22) Přihlášeno: **05.12.2013**  
(40) Zveřejněno: **17.12.2014**  
**(Věstník č. 51/2014)**  
(47) Uděleno: **05.11.2014**  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **17.12.2014**  
**(Věstník č. 51/2014)**

(56) Relevantní dokumenty:

RU 2293295 C; WO 2010101174 A1; JP 2007192565 A.

(73) Majitel patentu:

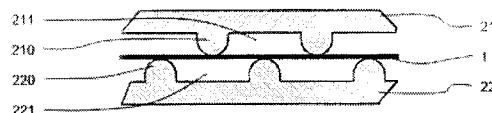
Technická univerzita v Liberci, Liberec, CZ  
Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Praha 8, CZ

(72) Původce:

Ing. Jaroslav Hanuš, Ph.D., Liberec 3, CZ  
prof. Ing. Aleš Richter, CSc., Liberec 15, CZ  
doc. Ing. Pavel Rydlo, Ph.D., Liberec 13, CZ  
Ing. Luděk Heller, Ph.D., Nejdek, CZ

(74) Zástupce:

Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.  
Dobroslav Musil, Cejl 38, 602 00 Brno



(54) Název vynálezu:

**Snímač tlaku a/nebo síly**

(57) Anotace:

Vynález se týká snímače tlaku a/nebo síly, který obsahuje alespoň jeden převodník (1), který je tvořen drátem nebo pásem z materiálu s tvarovou pamětí přímo vedeným mezi dvěma aktivními prvky (21, 22), které jsou na svém povrchu přivrácenému k převodníku (1) opatřeny aktivními výstupky (210, 220), přičemž aktivní výstupky (210) jednoho aktivního prvku (21) jsou uspořádány proti prostorům (221) mezi aktivními výstupky (220) druhého aktivního prvku (22), nebo mezi jedním aktivním prvkem (21) a jedním pasivním prvkem (23), přičemž aktivní prvek (21) je na svém povrchu přivráceném k převodníku (1) opatřen aktivními výstupky (21). Pasivní prvek (23) je opatřen otvory (230) uspořádanými proti aktivním výstupkům (210) aktivního prvku (21), nebo je vytvořen z plošného pružného materiálu, který je měkčí než materiál aktivního prvku (21), přičemž alespoň jeden aktivní prvek (21, 22), nebo alespoň jeho aktivní výstupky (210, 220) je/vytvořen/vytvořeny z pružného materiálu a/nebo je uložen pohyblivě vůči druhému aktivnímu prvkem (21, 22) nebo pasivnímu prvkem (23).

CZ 304873 B6

## Snímač tlaku a/nebo síly

### Oblast techniky

5

Vynález se týká snímače tlaku a/nebo síly, který obsahuje alespoň jeden převodník.

### Dosavadní stav techniky

10

V současné době je známá celá řada snímačů tlaku nebo síly, u kterých se jejich zatížení měří na základě změny určité fyzikální veličiny, např. elektrického odporu, převodníku tohoto snímače, na který se působící síla převádí prostřednictvím pružného deformačního členu, nebo na základě přímého převodu působící síly na elektrickou veličinu. Do první skupiny snímačů patří zejména

15

kovové odporové tenzometry, polovodičové odporové tenzometry, kapacitní snímače tlaku a snímače tlaku s optickými vlákny, do druhé skupiny pak zejména piezoelektrické snímače a magnetické snímače.

20

Princip kovových odporových tenzometrů je založen na tom, že při jejich zatížení dochází prostřednictvím deformačního členu k pružné deformaci jejich převodníku (obvykle drátky z konstantanu, tj. slitiny mědi a niklu, vedené tak, že mají více rovnoběžných úseků spojených příčnými úseky), které způsobuje změnu jeho elektrického odporu. Nevýhodou těchto tenzometrů je nejen složitá konstrukce jejich převodníků a deformačních členů, ale také nízká hodnota koeficientu deformační citlivosti, díky které je pro dosažení požadované citlivosti nutné použít speciální

25

elektronický zesilovač. Ten pak zvyšuje pořizovací i provozní cenu tohoto tenzometru.

30

Podobný je i princip polovodičových odporových tenzometrů. U nich jsou však jejich převodníky vytvořeny z monokrystalu polovodičového materiálu (křemíku, germania, apod.) s přidáním jiného materiálu. Deformace tohoto převodníku pak ovlivňuje pohyblivost nosičů náboje a tím i elektrický odpor polovodiče, přičemž podle množství a typu přídavného materiálu elektrický odpor převodníku při rostoucí deformaci buď roste, nebo klesá. Tyto tenzometry sice vykazují asi 70krát větší deformační citlivost oproti odporovým kovovým tenzometrům, avšak jejich nevýhodou je, vysoká cena, kvadratická závislost změny elektrického odporu na deformaci, a velké ovlivnění naměřených hodnot teplotou okolí.

35

Princip kapacitních snímačů tlaku je založen na převodu působícího zatížení na hodnotu kapacity měřicího kondenzátoru/kondenzátorů prostřednictvím deformačního členu, když se jedna elektroda kondenzátoru/kondenzátorů vlivem působícího zatížení vychyluje vůči druhé jeho elektrodě, nebo se pohybuje mezi dvěma dalšími elektrodami. Nevýhodou těchto snímačů je nelineární závislost kapacity měřicího kondenzátoru/kondenzátorů na vzdálenosti jeho/jejich elektrod, a velké ovlivnění naměřených hodnot teplotou okolí, způsobené tepelnou dilatací elektrod. Kromě toho vyžadují tyto snímače pro převod změny kapacity na napětí speciální elektronickou jednotku, která zvyšuje jejich pořizovací i provozní cenu.

40

Princip snímačů tlaku s optickými vlákny je založen na změně vlastností optického vlákna, např. jeho útlumu vlivem mikroohybů jeho tělesa vyvolaných působícím tlakem prostřednictvím deformačního členu. Nevýhodou těchto snímačů je zejména jejich náročná konstrukce a vysoká cena optických vláken.

45

Princip piezoelektrických snímačů je založen na tzv. piezoelektrickém jevu, kdy při deformaci převodníku vytvořeného z vhodného materiálu s piezoelektrickými vlastnostmi dochází ke vzniku elektrického náboje, který je úměrný zatěžující síle. Nevýhodou těchto snímačů je velké ovlivnění naměřených výsledků teplotou okolí, a poměrně obtížné zpracování signálů, pro které jsou zapotřebí speciální kabely a impedančně přizpůsobené zesilovače se vstupy o velkém odporu.

50

ru. Další nevýhodou je nemožnost měření tlaku ve statickém stavu, protože náboj vytvořený deformací deformačního členu se rychle vybíjí a zaniká.

5 Magnetické snímače jsou pak tvořeny uzavřeným magnetickým obvodem a k měření zatížení využívají změny permeability feromagnetika, ke které při jejich zatížení dochází. Tato změna má současně za následek i změnu hodnoty impedance magnetického obvodu a indukčnosti nebo vzájemné indukčnosti jedné nebo několika jeho cívek. Díky tomuto principu jsou však tyto snímače určeny především pro detekci velkých hodnot působící síly. Jejich nevýhodou je, že vyžadují použití speciální vyhodnocovací elektronické jednotky, která zvyšuje jejich pořizovací i provozní  
10 cenu.

Cílem vynálezu je návrh snímače tlaku a/nebo síly, který by odstranil nevýhody stavu techniky a umožnil zejména jednoduché a spolehlivé měření staticky i dynamicky působícího tlaku nebo síly, s velkou odolností proti rušení, s velkou vlastní poddajností a deformovatelností, s relativně  
15 vysokou citlivostí v co nejširším rozsahu deformací snímače a vlastního převodníku, a bez nutnosti použití speciálních elektronických jednotek nebo jiných zařízení.

#### Podstata vynálezu

20 Cíle vynálezu se dosáhne snímačem tlaku a/nebo síly, který obsahuje alespoň jeden převodník, který je tvořen drátem nebo pásem z materiálu s tvarovou pamětí přímo vedeným mezi dvěma aktivními prvky, které jsou na svém povrchu přivrácenému k převodníku opatřeny aktivními výstupky, přičemž aktivní výstupky jednoho aktivního prvku jsou uspořádány proti prostorům  
25 mezi aktivními výstupky druhého aktivního prvku, nebo mezi jedním aktivním prvkem a jedním pasivním prvkem, přičemž aktivní prvek je na svém povrchu přivráceném k převodníku opatřen aktivními výstupky, a pasivní prvek je opatřen otvory uspořádanými proti aktivním výstupkům aktivního prvku, nebo je vytvořen z plošného pružného materiálu, který je měkčí než materiál aktivního prvku, přičemž alespoň jeden aktivní prvek, nebo alespoň jeho aktivní výstupky,  
30 je/jsou vytvořen/vytvořeny z pružného materiálu a/nebo je uložen pohyblivé vůči druhému aktivnímu prvku, nebo pasivnímu prvkem. Tento snímač tlaku a/nebo síly je robustní a současně konstrukčně velmi jednoduchý, díky čemuž lze jeho tvar i velikost přizpůsobit konkrétním požadavkům dané aplikace. Přitom je však dostatečně citlivý v širokém rozsahu deformací, kterých by stávající snímače nebyly konstrukčně a materiálově schopny, což zajišťuje dosažení silného sig-  
35 nálu, která není pro další zpracování/vyhodnocení nutno zesilovat.

Ve výhodných variantách provedení je převodník snímače tvořen drátem nebo pásem z ekvatomární nebo v podstatě ekvatomární slitiny niklu a titanu s transformací austenit–martenzit nebo z ekvatomární nebo v podstatě ekvatomární slitiny niklu a titanu s transformací austenit–R fáze,  
40 případně austenit–R–fáze–martenzit.

V dalších variantách provedení může být převodník snímače tvořen také drátem nebo pásem z jiné slitiny s tvarovou pamětí, jako např. slitiny Cu–Zn–X<sub>1</sub>, kde X<sub>1</sub> je prvek ze skupiny Si, Sn, Al, Ga, slitiny Cu–Al–X<sub>2</sub>, kde X<sub>2</sub> je prvek ze skupiny Ni, Mn, Zn, Be, slitiny Ni–Al–X<sub>3</sub>, kde X<sub>3</sub>  
45 je prvek ze skupiny Fe, Co, slitiny Fe–Ni–X<sub>4</sub>, kde X<sub>4</sub> je prvek ze skupiny Mn, Si, Co, Ti, slitiny Fe–Mn–X<sub>5</sub>, kde X<sub>5</sub> je prvek ze skupiny C, Si, Ce, slitiny Cu–Sn, slitiny Ni–Al, slitiny Co–Ni–Al, slitiny Ni–Mn–Ga, slitiny Fe–Pt, slitiny Fe–Pd, apod.

Pro přizpůsobení citlivosti snímače podle vynálezu konkrétním požadavkům, je převodník mezi  
50 aktivními prvky, nebo mezi aktivním prvkem a pasivním prvkem uložen s předpětím, případně jsou mezi dvěma aktivními prvky, nebo mezi jedním aktivním prvkem a jedním pasivním prvkem uloženy dva stejné převodníky.

Vzhledem k tomu, že měrný elektrický odpor některých slitin s tvarovou pamětí je závislý na  
55 teplotě, je k potlačení tohoto vlivu vhodné, pokud je ve snímači tlaku a/nebo síly mimo kontakt a

dráhu aktivních výstupků aktivního prvku/prvků uložen alespoň jeden drát nebo pás z materiálu s tvarovou pamětí, stejný jako převodník.

5 Pro zjednodušení konstrukce a zvýšení odolnosti snímače je dále výhodné, pokud je převodník pevně uložen na povrchu pasivního prvku přivrácenému k aktivnímu prvku.

10 Aby bylo možné snímač podle vynálezu použít i pro zjištění aktuální polohy působíště tlaku vůči jeho povrchu, a pokud se toto působíště pohybuje, tak i jeho trajektorie a případně i rychlosti jeho pohybu, má alespoň jeden aktivní prvek po své délce a/nebo šířce proměnnou tuhost.

15 Pro většinu praktických aplikací je dále výhodné, pokud jsou aktivní prvky, nebo aktivní prvek a pasivní prvek uloženy v ochranném obalu, který chrání snímač před mechanickým poškozením a případně i vymezuje maximální možnost vzájemného pohybu aktivních prvků nebo pohybu aktivního prvku vůči pasivnímu prvku, a tím i maximální možnou deformaci převodníku/převodníků.

20 V dalších variantách provedení může být snímač podle vynálezu vedle aktivních prvků nebo vedle aktivního a pasivního prvku opatřen alespoň jedním pružným prostředkem zvyšujícím jeho tuhost. S výhodou jsou přitom vedle aktivních prvků, nebo aktivního a pasivního prvku pravidelně nebo nepravidelně uspořádány alespoň dva takové pružné prostředky. Alespoň jeden z nich přitom může mít nastavitelnou pružnost a umožňovat tak přizpůsobení aktuální tuhosti snímače aktuálním požadavkům.

25 Pro další zvýšení citlivosti snímače tlaku a/nebo síly, a/nebo pro sledování případného pohybu působíště tlaku vůči tomuto snímači a/nebo pro zjišťování aktuální polohy a postavení tělesa známého tvaru vůči snímači je výhodné, pokud tento snímač obsahuje alespoň dva převodníky, z nichž každý je uložen mezi samostatnou dvojicí aktivních prvků, nebo mezi samostatným aktivním prvkem a pasivním prvkem.

30

### Objasnění výkresů

35 Na přiložených výkresech je na obr. 1a znázorněn průřez nezatíženým snímačem tlaku a/nebo síly podle vynálezu v první variantě provedení, na obr. 1b průřez zatíženým snímačem tlaku a/nebo síly ve variantě dle obr. 1a, na obr. 2a průřez nezatíženým snímačem tlaku a/nebo síly podle vynálezu v druhé variantě provedení, na obr. 2b průřez zatíženým snímačem tlaku a/nebo síly ve variantě dle obr. 2a, na obr. 3 částečný průřez nezatíženým snímačem tlaku a/nebo síly podle vynálezu ve třetí variantě provedení s ochranným obalem, na obr. 4 částečný průřez nezatíženým snímačem tlaku a/nebo síly podle vynálezu ve čtvrté variantě provedení s ochranným obalem a prvky zvyšujícími jeho tuhost, na obr. 5 průřez nezatíženým snímačem tlaku a/nebo síly podle vynálezu v páté variantě provedení s ochranným obalem a prvky zvyšujícími jeho tuhost, na obr. 6 závislost elektrického odporu výhodného materiálu převodníku snímače tlaku a/nebo síly podle vynálezu na jeho tahové deformaci, na obr. 7 závislost relativní změny elektrického odporu výhodného materiálu převodníku snímače tlaku a/nebo síly na jeho deformaci, na obr. 8 závislost relativní změny elektrického odporu jiného výhodného materiálu převodníku snímače tlaku a/nebo síly na jeho deformaci, na obr. 9 tahové deformační vlastnosti výhodného materiálu převodníku snímače tlaku a/nebo síly podle vynálezu, na obr. 10a závislost elektrického odporu výhodného materiálu převodníku snímače tlaku a/nebo síly podle vynálezu na jeho tahové deformaci při teplotě 25 °C, na obr. 10b závislost elektrického odporu výhodného materiálu převodníku snímače tlaku a/nebo síly podle vynálezu na jeho tahové deformaci při teplotě 55 °C, a na obr. 10c závislost elektrického odporu výhodného materiálu převodníku snímače tlaku a/nebo síly podle vynálezu na jeho tahové deformaci při teplotě 90 °C.

50

### Příklady uskutečnění vynálezu

5 Konstrukce snímače tlaku a/nebo síly podle vynálezu a jeho princip budou vysvětleny na základních variantách provedení tohoto snímače znázorněných na obr. 1a až obr. 5. V jiných neznázorněných variantách provedení však může být tento snímač tlaku a/nebo síly dále upraven způsobem, který je zřejmý odborníkovi v oboru, vzhledem ke konkrétním požadavkům a/nebo podmínkám použití.

10 Snímač tlaku a/nebo síly znázorněný v průřezu na obr. 1a obsahuje převodník 1 tvořený pevně uloženým, přímo vedeným drátem nebo pásem ze slitiny s tvarovou pamětí, který je uložený mezi dvěma aktivními prvky 21, 22. Oba tyto aktivní prvky 21, 22 jsou na svém povrchu přivráceném směrem k převodníku 1 opatřeny rovnoměrně rozloženými aktivními výstupky 210, 220, které zasahují přes celou jejich šířku, a jsou vůči sobě uloženy tak, že aktivní výstupky 210, 220 jednoho aktivního prvku 21, 22 jsou uspořádány proti prostorům 211, 221 mezi aktivními výstupky 210, 220 druhého aktivního prvku 21, 22. Aktivní prvky 21, 22 přitom mohou být dle  
15 potřeby alespoň na části svého obvodu a/nebo kdekoliv v tělese snímače, mimo vedení převodníku 1, navzájem propojeny a/nebo mohou být tvořeny jedním přehnutým úvarem. U nezatíženého snímače tlaku a/nebo síly jsou aktivní výstupky 210, 220 aktivních prvků 21, 22 dle volby buď v kontaktu s převodníkem 1, nebo mimo něj. Oba aktivní prvky 21, 22 snímače tlaku a/nebo síly, nebo alespoň jejich aktivní výstupky 210, 220 jsou přitom s výhodou vytvořeny z pružného materiálu, např. pryže, nebo jsou opatřeny takovou povrchovou vrstvou, aby při kontaktu s převodníkem 1 neodíraly jeho povrch nebo ho jinak mechanicky nepoškozovaly. Ze stejného důvodu jsou aktivní výstupky 210, 220 ve znázorněné variantě provedení zaobleny.

25 V neznázorněné variantě provedení může být alespoň jeden z aktivních prvků 21, 22 snímače rozdělen do několika částí.

30 Při zatížení snímače tlaku a/nebo síly podle vynálezu se díky pružnosti materiálu jeho aktivních prvků 21, 22 a/nebo jejich vzájemně pohyblivému uložení alespoň jeden aktivní prvek 21, 22 přiblíží k druhému z nich, přičemž se jeho aktivní výstupky 210, 220 alespoň částečně posunou proti prostorům 211, 221 mezi aktivními výstupky druhého aktivního prvku 21, 22. Přitom v definovaných bodech deformují tvar převodníku 1 (obr. 1b), což v něm, díky charakteru jeho materiálu, vyvolá vratnou fázovou transformaci, v průběhu které dochází ke změně krystalové struktury tohoto materiálu, která umožňuje jeho vratnou deformaci až o 10 %, a současně způsobuje výraznou změnu jeho měrného elektrického odporu. Tato změna měrného elektrického odporu, která je snímána neznázorněnou jednoduchou elektronickou jednotkou, je přitom téměř  
35 lineárně úměrná velikosti deformace převodníku 1, a tedy zatížení snímače tlaku a/nebo síly, takže toto zatížení, resp. tlak a/nebo síla z ní lze velmi snadno zjistit/dopočítat. Snímání této změny a jejího průběhu přitom umožňuje nejen určit aktuální zatížení snímače tlaku a/nebo síly, ale také jeho průběh v čase, a při vhodných rozměrech tohoto snímače tlaku a/nebo síly, a vhodném tvaru a/nebo materiálu jeho aktivního prvku/prvků 21, 22 také aktuální polohu působíště tlaku vůči povrchu snímače, a pokud se toto působíště pohybuje, tak i jeho trajektorii a případně i rychlost jeho pohybu.

45 Konstrukce aktivních prvků 21, 22 snímače tlaku a/nebo síly, a/nebo způsob jejich uložení přitom s výhodou definuje maximální možnou deformaci převodníku 1 tak, aby nedošlo k jeho mechanickému poškození.

50 Snímač tlaku a/nebo síly podle vynálezu znázorněný v průřezu na obr. 2a obsahuje stejný převodník 1 jako snímač na obr. 1a. Tento převodník 1 je přitom v této variantě provedení uložený v prostoru mezi aktivním prvkem 21 snímače tlaku a/nebo síly, který je na svém povrchu přivráceném směrem k převodníku 1 opatřený rovnoměrně rozloženými aktivními výstupky 210, a pasivním prvkem 23 snímače tlaku a/nebo síly tvořeným ve znázorněné variantě provedení tuhou deskou, resp. rámem s otvory 230 uspořádanými proti aktivním výstupkům 210 aktivního prvku

21. Převodník 1 je přitom s výhodou na svých koncích připevněn k povrchu pasivního prvku 23 přivrácenému k aktivnímu prvku 21 snímače.

Při zatížení tohoto snímače tlaku a/nebo síly, který je při aplikaci přednostně uspořádán tak, aby k jeho zatížení docházelo ze strany aktivního prvku 21, se díky pružnosti materiálu aktivního prvku 21 a/nebo jeho pohyblivému uložení aktivní prvek 21 přiblíží k pasivnímu prvku 23 snímače tlaku a/nebo síly, a jeho aktivní výstupky se alespoň částečně posunou proti otvorům 230 pasivního prvku 23 snímače tlaku a/nebo síly. Přitom v definovaných bodech deformují tvar převodníku 1 (obr. 2b), z čehož lze výše popsáním způsobem zjistit aktuální zatížení působící na snímač tlaku a/nebo síly, případně jeho průběh v čase a/nebo aktuální polohu působíště tlaku nebo síly vůči povrchu snímače, a pokud se toto působíště pohybuje, tak i jeho trajektorii a/nebo rychlost jeho pohybu.

I v této variantě je výhodné, pokud konstrukce aktivního prvku 21 a pasivního prvku 23 snímače tlaku a/nebo síly, a/nebo způsob jejich uložení definují maximální možnou deformaci převodníku 1 tak, aby nedošlo k jeho mechanickému poškození.

V neznázorněných variantách provedení snímače podle vynálezu je pasivní prvek vytvořen z elastického materiálu, který je měkčí než materiál aktivního prvku 21, jako např. elastická pěna (např. polyuretan), 3D pletenina, apod. V takovém případě může být vytvořen bez otvorů a/nebo výstupků či jiných prostředků pro deformaci převodníku 1.

Snímač tlaku a/nebo síly podle vynálezu znázorněný v částečném průřezu na obr. 3 obsahuje stejný převodník 1 jako snímače na obr. 1a a 2a. Tento převodník 1 je uložený mezi dvěma aktivními prvky 21, 22 snímače tlaku a/nebo síly, které jsou na svém povrchu přivráceném směrem k převodníku 1 opatřeny na sebe navazujícími aktivními výstupky 210, 220 a drážkami 211, 221, přičemž aktivní výstupky 210, 220 jednoho aktivního prvku 21, 22 jsou uspořádány proti drážkám 211, 221 druhého aktivního prvku 21, 22 a naopak. Aktivní prvky 21, 22, které jsou vytvořeny z elastického materiálu, např. pryže, jsou alespoň na části svého obvodu a/nebo kdekoliv v tělese snímače, mimo vedení převodníku 1, pevně spojeny a/nebo jsou tvořeny jedním přehnutým útvarem, a s výhodou jsou ve snímači tlaku a/nebo síly uloženy v předepjatém stavu. Snímač tlaku a/nebo síly je alespoň na jednom svém povrchu, ve znázorněné variantě provedení na obou svých površích, opatřen alespoň jednou ochrannou vrstvou 3, která tvoří jeho ochranný obal, a chrání jeho aktivní prvky 21, 22 před mechanickým poškozením. Přitom však nebrání pohybu alespoň jednoho z nich a/nebo přenesení působícího zatížení na alespoň jeden z nich. Ochranný obal snímače přitom svou konstrukcí s výhodou definuje maximální možnost vzájemného pohybu aktivních prvků 21, 22, nebo pohybu aktivního prvku 21 vůči pasivnímu prvku 23, a tím i maximální deformaci převodníku 1 snímače tak, aby nadměrnému deformaci nedošlo k jeho mechanickému poškození.

Snímač tlaku a/nebo síly podle vynálezu znázorněný v částečném průřezu na obr. 4 je konstrukčně v podstatě identický se snímačem tlaku a/nebo síly znázorněným na obr. 3, s tím rozdílem, že obsahuje podél svých aktivních prvků 21, 22 uspořádané pružné prostředky pro úpravu citlivosti. Takovými prostředky jsou například pružiny 41 a/nebo alespoň jedna pneumatická manžeta 42, případně jiné prvky, které zvyšují tuhost snímače tlaku a/nebo síly, a tím snižují jeho citlivost. Přitom je z provozního hlediska výhodné, pokud se vzájemně kombinují různé typy těchto prostředků, zejména mechanických a/nebo pneumatických, jak je tomu ve variantě znázorněné na obr. 3, avšak v jiných variantách provedení je možné použít pouze prostředky jednoho typu, či jen jeden prostředek libovolného typu. Umístění těchto prostředků je s výhodou symetrické po celé ploše, nebo alespoň délce snímače tlaku a/nebo síly, avšak např. v případě očekávaného vyššího zatížení v jedné části snímače tlaku a/nebo síly je možné je uložit nesymetricky. Pro možnost operativní změny citlivosti snímače tlaku a/nebo síly, resp. jeho tuhosti, je možné např. pneumatickou manžetu 42 nebo jiný pneumatický prvek opatřit neznázorněnou přípojkou ke zdroji tlakového vzduchu (plynu), a přívodem/odvodem vzduchu (plynu) měnit tlak v jejím/jeho

vnitřním prostoru, a tím tuhost snímače tlaku a/nebo síly na základě předpokládané nebo aktuální potřeby.

5 Snímač tlaku a/nebo síly podle vynálezu znázorněný v průřezu na obr. 5 pak obsahuje čtyři převodníky 1, stejné jako v předchozích variantách provedení, z nichž každý je uložený mezi dvěma aktivními prvky 21, 22 s aktivními výstupky 210, 220, přičemž tyto převodníky 1 a aktivní prvky 21, 22 jsou navzájem nezávisle rozloženy v pravidelných intervalech po obvodu kružnice mezi dvěma ochrannými vrstvami 3. Ve znázorněné variantě provedení je navíc po jejich vnějším obvodu uložen prostředek pro úpravu tuhosti snímače tlaku a/nebo síly tvořený pneumatickou manžetou 42. V dalších neznázorněných variantách provedení snímače tlaku a/nebo síly, které obsahují dva nebo více převodníků 1, mohou být tyto převodníky 1 uloženy v tělese snímače v podstatě libovolně v pravidelném nebo nepravidelném obrazci, dle potřeby a předpokládaného zatížení.

15 Použití alespoň dvou převodníků 1 uložených nezávisle mezi dvěma dvojicemi aktivních prvků 21, 22, nebo mezi dvojicí tvořenou aktivním prvkem 21 a pasivním prvkem 23, nejen zvyšuje citlivost snímače tlaku a/nebo síly, ale ve vzájemné spolupráci současně umožňuje velmi snadno sledovat případný pohyb působivé tlaku vůči tomuto snímači, případně aktuální polohu a postavení tělesa známého tvaru zatěžujícího snímač. K tomuto účelu je dále výhodné, i při použití jen jednoho převodníku 1, pokud je alespoň jeden aktivní prvek 21, 22 snímače vytvořen s tuhostí měnící se po jeho délce a/nebo šířce. Toho lze dosáhnout např. změnou tloušťky alespoň jednoho aktivního prvku 21, 22, a/nebo vytvořením alespoň jednoho aktivního prvku 21, 22 z několika na sebe navazujících úseků (po délce a/nebo po šířce) s různou tuhostí, a/nebo změnou šířky alespoň jednoho aktivního prvku 21, 22 alespoň na části jeho délky, a/nebo vytvořením otvorů v něm.

25 Převodník 1 snímače tlaku a/nebo síly podle vynálezu je ve všech výše popsaných variantách provedení s výhodou tvořen drátem nebo pásem vyrobeným z ekvatomární nebo v podstatě ekvatomární slitiny niklu a titanu, běžně označované jako Nitinol, s případnou možnou příměsí dalších prvků (Cu, Fe, Cr, Hf atd.). Tato slitina, patřící mezi tzv. slitiny s tvarovou pamětí, vykazuje vratné fázové transformace v pevném skupenství, které lze vyvolat změnou teploty materiálu nebo jeho mechanickým namáháním. Mechanickým namáháním indukované vratné fázové transformace jsou přitom doprovázené velkými vratnými deformacemi v řádech procent (až 10 %) a velkými změnami elektrického odporu v řádek desítek procent (až 50 %). Díky tomu poskytuje snímač tlaku a/nebo síly podle vynálezu dostatečně silný signál v širokém oboru deformací, který pro další zpracování nevyžaduje použití elektronických zesilovačů, ani jiných zařízení.

30 V závislosti na konkrétním složení Nitinolu a jeho tepelném zpracování lze v praxi pro potřeby snímače tlaku a/nebo síly využívat dvě jeho různé martenzitické transformace. První z nich je transformace austenit–martenzit, což je transformace mezi vysokoteplotní fází austenit, jejíž krystalografické uspořádání odpovídá velmi symetrické kubické (krychlové) soustavě, a nízko-  
40 teplotní fází martenzit, jejíž krystalografické uspořádání odpovídá nízko symetrické monoklinické (jednoklonné), ortorombické (kosočtvercové) či jiné soustavě. Tato transformace poskytuje až 10% vratné deformace, která je doprovázena velkými změnami elektrického odporu. Závislost elektrického odporu převodníku 1 z tohoto materiálu na jeho tahové deformaci je znázorněna na obr. 6, křivkou A (14 ms). Závislost relativní změny jeho elektrického odporu na deformaci je pak znázorněna na obr. 7, ze kterého vyplývá, že převodník 1 vytvořený z tohoto materiálu dosahuje koeficientu deformační citlivosti 3,8 v oboru deformací 1 až 8% (tj. deformací 5 až 20krát větších, než kterých jsou stávající snímače konstrukčně schopné). Tento konkrétní převodník 1 je tvořený drátem o průměru 0,1 mm připraveným tažením za studena z Nitinolu s chemickým složením 50.8 at.% Ni, 49.2 at.% Ti, který se následně tepelně zpracoval způsobem popsaným  
45 v CZ PV 2009–279, když se zatížil tahovým zatížením 400 MPa, zafixovala se jeho deformace, a poté se vystavil 14ms pulsu elektrického proudu s konstantním elektrickým příkonem 125 W/100 mm.

Druhou z transformací je pak transformace austenit-R fáze, což je transformace mezi vysokoteplotní fází austenit, jejíž krystalografické uspořádání odpovídá velmi symetrické kubické (krychlové) soustavě, a tzv. premartenzitickou fází R-fáze, jejíž krystalografické uspořádání odpovídá nízko symetrické trigonální (klencové) soustavě. Tato transformace poskytuje až 1% vratné deformace, která je doprovázena velkými změnami elektrického odporu. Tuto transformaci tak lze použít zejména pro měření malých zatížení resp. deformací převodníku. Konkrétní převodník 1 tvořený drátem o průměru 0,1 mm se připravil tažením za studena z Nitinolu s chemickým složením 50.8 at.% Ni, 49.2 at% Ti, který se následně tepelně zpracoval způsobem popsaným v CZ PV 2009–279, když se zatížil tahovým zatížením 400 MPa, zafixovala se jeho deformace, a poté se vystavil 12ms pulzu elektrického proudu s konstantním elektrickým příkonem 125 W/100 mm. Závislost relativní změny elektrického odporu na deformaci tohoto převodníku 1 je znázorněna na obr. 8, ze kterého vyplývá, že tento převodník 1 dosahuje koeficientu deformační citlivosti 14,2 v oboru deformací 0,8 až 1,2% (tj. deformací 4 až 6 krát větších, než kterých jsou stávající snímače konstrukčně schopné).

Tento převodník 1 může po transformaci austenit-R-fáze dále prodělat transformaci R-fáze-martenzit, což umožňuje zvýšit jeho deformaci až na 8 %.

Drátky a pásy z těchto materiálů přitom mohou být obecně vyrobené tvářením za studena, při kterém dochází k plastickému deformování výchozího polotovaru na finální rozměr (průměr, tloušťka), přičemž plastická deformace v řádech desítek procent (v případě Nitinolu 20 až 90%), tzn. velká hustota defektů v mikrostruktuře, tento materiál výrazně zpevní (mezi kluzu a mez pevnosti Nitinolu se zvýší až na 1,7 GPa, resp. 2 GPa). Mikrostrukturu takto vytvořených drátů nebo pásů je však následně nutno přivést do určitého stupně rovnovážného stavu pomocí tepelného zpracování tj. ohřevem a výdrží na určité teplotě. Vhodným postupem tepelného zpracování je přitom např. výše zmíněný postup popsaný v CZ PV 2009–279, resp. analogické PCT/CZ2010/000058, který spočívá v pulsním průchodu elektrického proudu daným materiálem, resp. z něj vytvořeného útvaru, při kterém se ovlivňuje zejména hystereze a linearita závislosti měrného elektrického odporu na deformaci. Přitom je výhodné, pokud se dosáhne bezhysterezní nebo téměř bezhysterezní charakteristiky tohoto útvaru (v porovnání s tepelně neopracovaným tvářem ze stejného materiálu) – viz např. křivka A (14 ms) na obr. 6, která představuje závislost elektrického odporu takto upraveného převodníku 1 z Nitinolu s transformací austenit-martenzit na jeho tahové deformaci, a současně i jeho velké deformovatelnosti – viz např. křivka B (14 ms) na obr. 9, která představuje tahové deformační vlastnosti tohoto převodníku.

Vzhledem k tomu, že měrný elektrický odpor Nitinolu je silně závislý na teplotě (viz obr. 10a až 10c, které představují závislost elektrického odporu převodníku 1 snímače tlaku a/nebo síly vytvořeného z Nitinolu podle vynálezu na jeho tahové deformaci při teplotě 25 °C, 55 °C a 90 °C), je výhodné potlačit vliv tohoto efektu na získané výsledky a jejich interpretaci referenčním převodníkem, který je materiálově i tvarově shodný s převodníkem 1 snímače tlaku a/nebo síly, a který je ve snímači tlaku a/nebo síly uložen mimo kontakt s aktivním prvkem snímače 21, 22, resp. jeho aktivními výstupky 210, 220, takže při zatížení snímače nedochází k jeho deformaci.

Vedle Nitinolu lze dále pro výrobu převodníku 1 snímače tlaku a/nebo síly použít také další slitiny s tvarovou pamětí, jako např.:

slitinu Cu–Zn–X<sub>1</sub>, kde X<sub>1</sub> je prvek ze skupiny Si, Sn, Al, Ga,

slitinu Cu–Al–X<sub>2</sub>, kde X<sub>2</sub> je prvek ze skupiny Ni, Mn, Zn, Be,

slitinu Ni–Al–X<sub>3</sub>, kde X<sub>3</sub> je prvek ze skupiny Fe, Co,

slitinu Fe–Ni–X<sub>4</sub>, kde X<sub>4</sub> je prvek ze skupiny Mn, Si, Co, Ti,

slitinu Fe–Mn–X<sub>5</sub>, kde X<sub>5</sub> je prvek ze skupiny C, Si, Ce,

slitinu ze skupiny slitina Cu–Sn, slitina Ni–Al, slitina Co–Ni–Al, slitina Ni–Mn–Ga,

slitina Fe–Pt, slitina Fe–Pd,

neboť tyto slitiny mají stejné nebo podobné vlastnosti jako Nitinol.



Pro dosažení správné funkce snímače tlaku a/nebo síly podle vynálezu je nutné, aby byl alespoň jeden aktivní prvek 21, 22 vytvořen z pružného materiálu a/nebo byl uložen pohyblivě vůči druhému aktivnímu prvku 21, 22 nebo pasivnímu prvku 23. Jeho citlivost v kterékoliv z popsaných variant provedení je přitom možné kromě výše popsaného vkládání pružných prostředků přizpůsobit konkrétním požadavkům vhodnou volbou některých parametrů převodníku 1 snímače tlaku a/nebo síly, resp. jeho materiálu. Úpravy citlivosti snímače tlaku a/nebo síly se dosáhne např. volbou průměru, resp. velikosti a tvaru příčného průřezu převodníku 1, velikostí předpětí s jakým je převodník 1 ve snímači uložen a/nebo počtem bodů přenosu síly/tlaku na převodník 1, tj. počtem, resp. hustotou aktivních výstupků 210, 220 aktivního prvku 21, 22/prvků, a/nebo použitím dalších drátů/pásů materiálu s tvarovou pamětí uložených rovnoběžně s převodníkem 1 v kontaktu s nebo v dráze aktivních výstupků 210, 220 aktivního prvku 21, 22/prvků, a/nebo přizpůsobením vlastností materiálu převodníku 1 jeho tepelným zpracováním.

Snímač tlaku a/nebo síly podle vynálezu je robustní a současně konstrukčně velmi jednoduchý, díky čemuž lze jeho tvar i velikost přizpůsobit konkrétním požadavkům dané aplikace. Jeho velkou výhodou ve srovnání se stávajícími snímači je, že i při své robustnosti je díky své konstrukci a použitým materiálům převodníku 1 dostatečně citlivý v širokém rozsahu deformací, kterých by stávající snímače ani nebyly konstrukčně a materiálově schopny. Díky tomu je možné vytvořit ho jako vysoce poddajný, takže nemění tuhost objektu, do kterého je integrován, díky čemuž, v kombinaci s elastickým chováním převodníku 1/převodníků, ho lze použít např. i v aplikacích, kde je obalen nebo překryt měkkým nebo pružným materiálem, jako např. i pro sledování pohybových aktivit osob např. ve zdravotnických zařízeních nebo v dopravních prostředcích, apod. Velká deformace převodníku 1/převodníků pak zajišťuje dosažení silného signálu, který není pro další zpracování/hodnocení nutno zesilovat.

#### Průmyslová využitelnost

Snímač tlaku a/nebo síly podle vynálezu je použitelný zejména pro detekci přítomnosti člověka /nebo změny jeho polohy na lůžku, sedadle, apod. Kromě toho je však možné ho využít pro detekci přítomnosti různých předmětů, např. dopravních prostředků a/nebo určení jejich polohy, vč. např. určení rychlosti jejich pohybu, atd.

## PATENTOVÉ NÁROKY

1. Snímač tlaku a/nebo síly, který obsahuje alespoň jeden převodník (1), **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že převodník (1) je tvořen drátem nebo pásem z materiálu s tvarovou pamětí přímo vedeným mezi dvěma aktivními prvky (21, 22), které jsou na svém povrchu přivrácenému k převodníku (1) opatřeny aktivními výstupky (210, 220), přičemž aktivní výstupky (210) jednoho aktivního prvku (21) jsou uspořádány proti prostorům (221) mezi aktivními výstupky (220) druhého aktivního prvku (22), nebo mezi jedním aktivním prvkem (21) a jedním pasivním prvkem (23), přičemž aktivní prvek (21) je na svém povrchu přivráceném k převodníku (1) opatřen aktivními výstupky (21), a pasivní prvek (23) je opatřen otvory (230) uspořádanými proti aktivním výstupkům (210) aktivního prvku (21), nebo je vytvořen z plošného pružného materiálu, který je měkkší než materiál aktivního prvku (21), přičemž alespoň jeden aktivní prvek (21, 22), nebo alespoň jeho aktivní výstupky (210, 220), je/ jsou vytvořen/vytvořeny z pružného materiálu a/nebo je uložen pohyblivě vůči druhému aktivnímu prvku (21, 22) nebo pasivnímu prvku (23).

2. Snímač podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že převodník (1) je tvořen drátem nebo pásem z ekvatomární nebo v podstatě ekvatomární slitiny niklu a titanu s transformací austenit–martenzit.

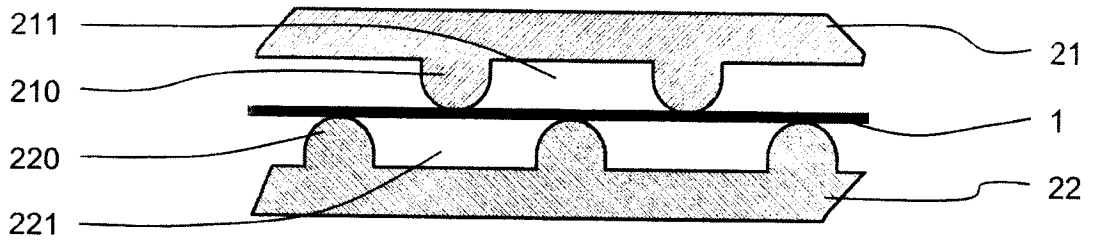
3. Snímač podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že převodník (1) je tvořen drátem nebo pásem z ekvatomární nebo v podstatě ekvatomární slitiny niklu a titanu s transformací austenit-R-fáze.
- 5 4. Snímač podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že převodník (1) je tvořen drátem nebo pásem z ekvatomární nebo v podstatě ekvatomární slitiny niklu a titanu s transformací austenit-R-fáze-martenzit.
- 10 5. Snímač podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že převodník (1) je tvořen drátem nebo pásem ze slitiny ze skupiny:  
 slitina Cu-Zn-X<sub>1</sub>, kde X<sub>1</sub> je prvek ze skupiny Si, Sn, Al, Ga,  
 slitina Cu-Al-X<sub>2</sub>, kde X<sub>2</sub> je prvek ze skupiny Ni, Mn, Zn, Be,  
 slitina Ni-Al-X<sub>3</sub>, kde X<sub>3</sub> je prvek ze skupiny Fe, Co,  
 slitina Fe-Ni-X<sub>4</sub>, kde X<sub>4</sub> je prvek ze skupiny Mn, Si, Co, Ti,  
 15 slitina Fe-Mn-X<sub>5</sub>, kde X<sub>5</sub> je prvek ze skupiny C, Si, Ce,  
 slitina Cu-Sn, slitina Ni-Al, slitina Co-Ni-Al, slitina Ni-Mn-Ga, slitina Fe-Pt, slitina Fe-Pd.
- 20 6. Snímač podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že převodník (1) je mezi aktivními prvky (21, 22), nebo mezi aktivním prvkem (21) a pasivním prvkem (23) uložen s předpětím.
- 25 7. Snímač podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že obsahuje alespoň dva stejné převodníky (1) uložené mezi dvěma aktivními prvky (21, 22), nebo mezi jedním aktivním prvkem (21) a jedním pasivním prvkem (23).
- 30 8. Snímač podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že obsahuje alespoň jeden drát nebo pás z materiálu s tvarovou pamětí, stejný jako převodník (1), který je uložený mimo kontakt a dráhu aktivních výstupků (210, 220) aktivního prvku/prvků (21, 22).
- 35 9. Snímač podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že převodník (1) je pevně uložen na povrchu pasivního prvku (23) přivrácenému k aktivnímu prvkem (21).
- 40 10. Snímač podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že alespoň jeden aktivní prvek (21, 22) má po své délce a/nebo šířce proměnnou tuhost.
- 45 11. Snímač podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že aktivní prvky (21, 22), nebo aktivní prvek (21) a pasivní prvek (23) jsou uloženy v ochranném obalu.
- 50 12. Snímač podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že ochranný obal vymezuje maximální možnost vzájemného pohybu aktivních prvků (21, 22), nebo pohybu aktivního prvku (21) vůči pasivnímu prvkem (23).
13. Snímač podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že vedle aktivních prvků (21, 22), nebo aktivního prvku (21) a pasivního prvku (23) je uspořádán alespoň jeden pružný prostředek zvyšující tuhost snímače tlaku a/nebo síly.
14. Snímač podle nároku 13, **vyznačující se tím**, že vedle aktivních prvků (21, 22), nebo aktivního prvku (21) a pasivního prvku (23) jsou pravidelně nebo nepravidelně uspořádány alespoň dva pružné prostředky zvyšující tuhost snímače tlaku a/nebo síly.

15. Snímač podle nároku 13 nebo 14, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že alespoň jeden pružný prostředek má nastavitelnou pružnost.

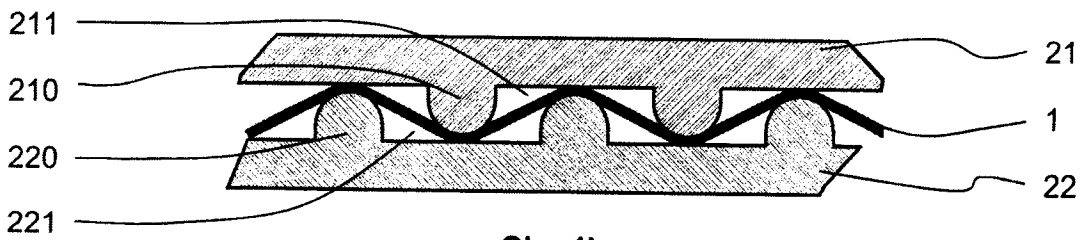
5 16. Snímač podle libovolného z nároků, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že obsahuje alespoň dva převodníky (1), z nichž každý je uložen mezi samostatnou dvojicí aktivních prvků (21, 22) nebo mezi samostatným aktivním prvkem (21, 22) a pasivním prvkem (23).

10

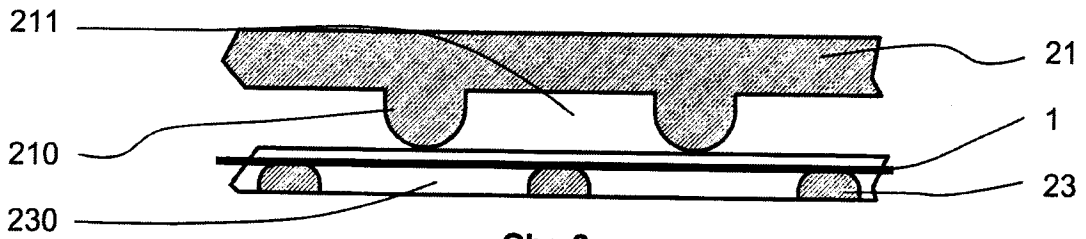
4 výkresy



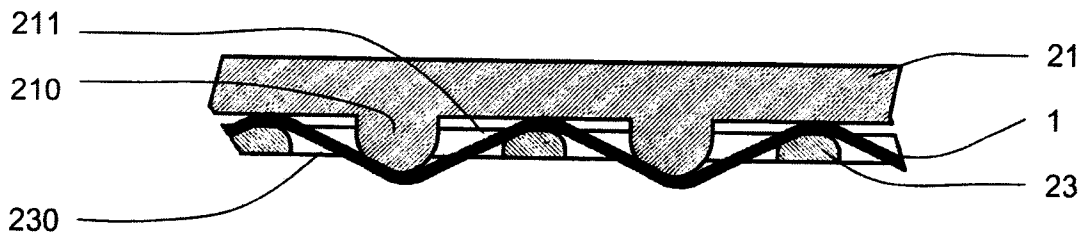
Obr. 1a



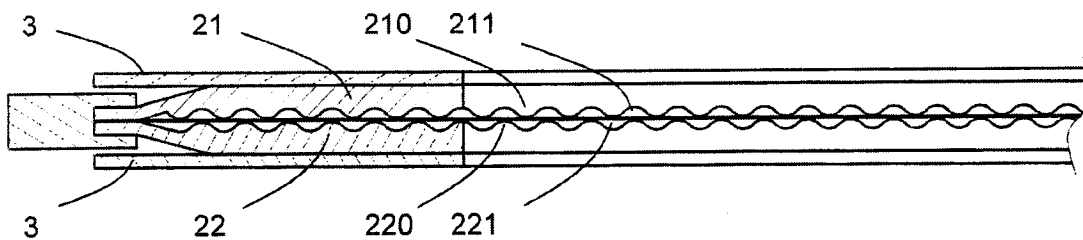
Obr. 1b



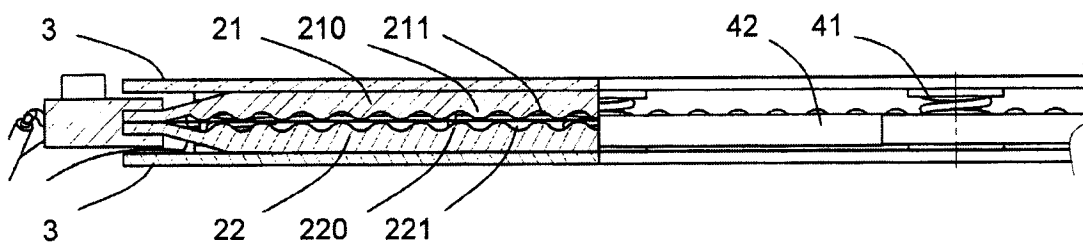
Obr. 2a



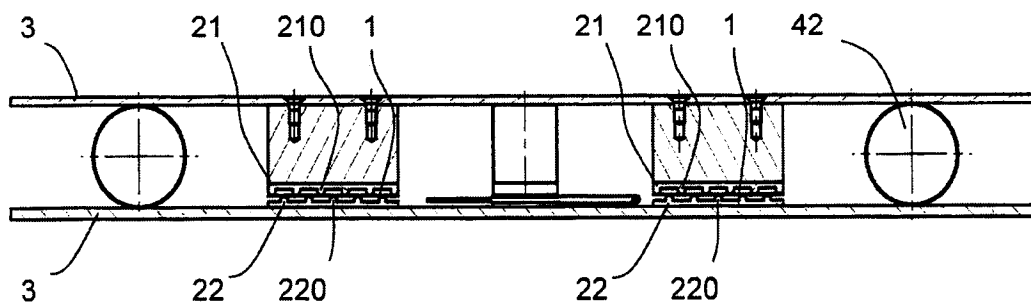
Obr. 2b



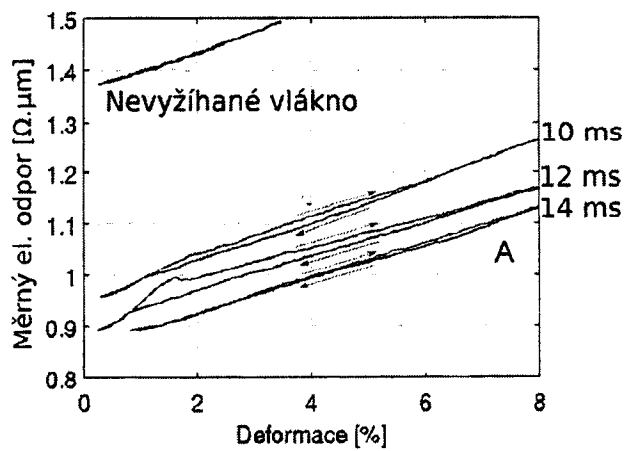
Obr. 3



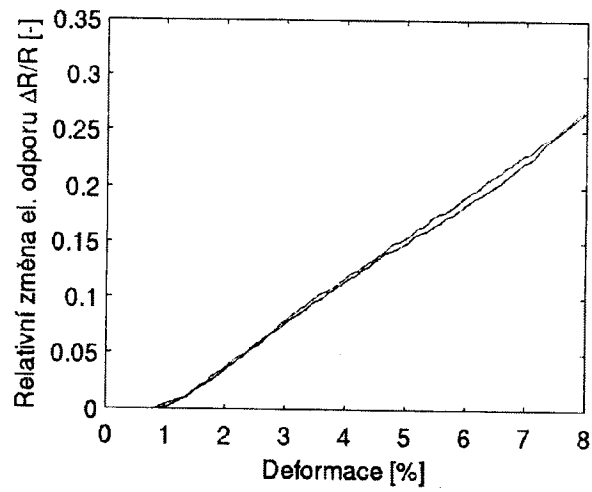
Obr. 4



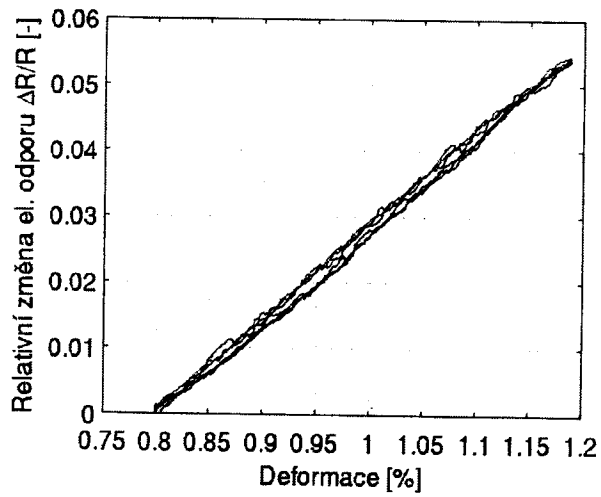
Obr. 5



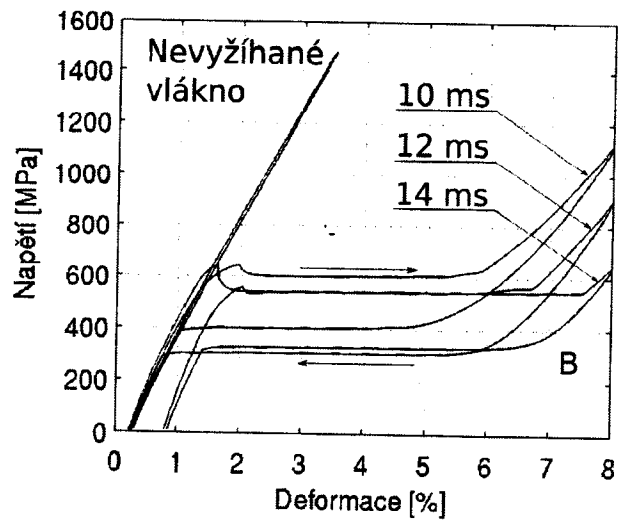
Obr. 6



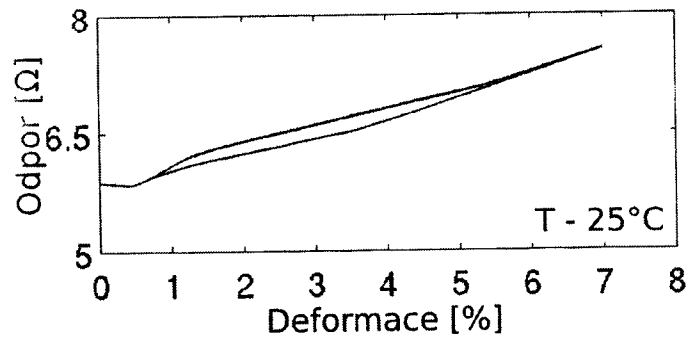
Obr. 7



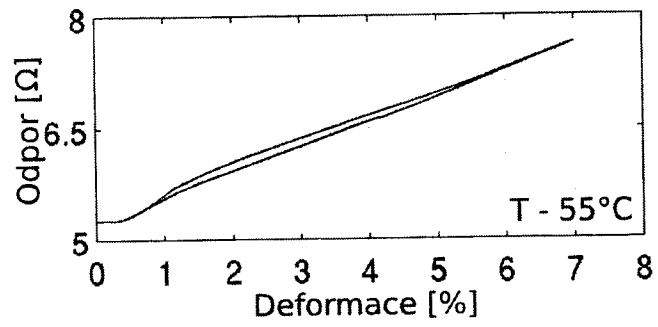
Obr. 8



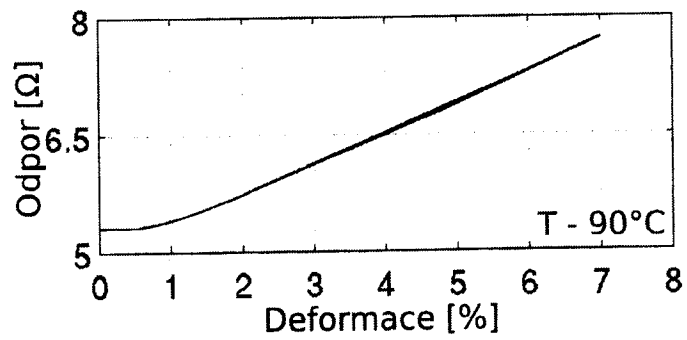
Obr. 9



Obr. 10a



Obr. 10b



Obr. 10c

---

Konec dokumentu

---