



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

232517

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 04 R 1/20

(22) Přihlášeno 03 06 83  
(21) (PV 4033-83)

(40) Zveřejněno 18 06 84

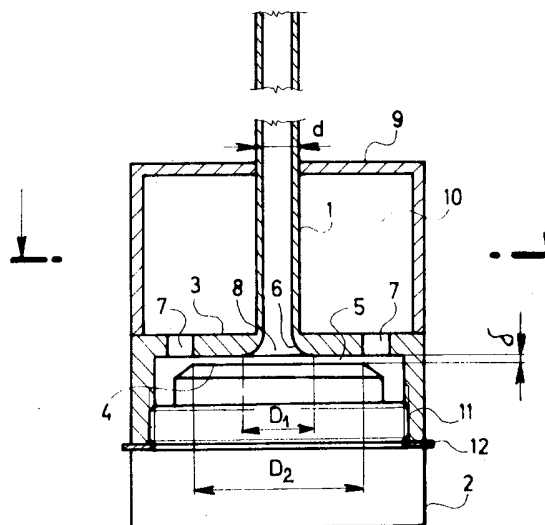
(45) Vydáno 15 08 86

(75)  
Autor vynálezu

BOLESLAV ALEŠ dr. ing. CSc., PRAHA

(54) Mikrofon se sondou

Mikrofon se sondou řeší problém měření akustického tlaku v daném bodu prostoru a umožňuje přesné mapování akustického pole jak ve volném prostoru, tak v těsné blízkosti tuhých těles vyskytujících se v akustickém poli. Sonda mikrofону prochází přepážkou umístěnou před membránou mikrofону, přičemž vyústění sondy na straně mikrofону je rozšířeno zaoblením tvořícím dutinu. Podstata řešení spočívá v tom, že akustický odpor tvořící zátěž sondy ve tvaru zvukovodu odpovídající charakteristické impedanci této sondy je tvořen štěrbinou mezi přepážkou a membránou mikrofону, přičemž přepážka je na svém obvodu opatřena průchozími otvory ústícími do prostoru odděleného od měřeného akustického pole. Řešení podle vynálezu je možno v různých podmínkách, například při zjišťování fluktuace tlaku proudícího plynného média v těsné blízkosti profilů křídel, lopatek plynových turbín, lopatek turbokompresorů, při zjišťování rozložení akustického tlaku ve zvukovodech reproduktorů, v lékařství při zjišťování akustického tlaku v těsné blízkosti ušního bubínku a řadě jiných případů. Uspořádání mikrofону se sondou je zřejmé z obr. 1.



OBR. 1

Vynález se týká mikrofону se sondou určeného pro měření akustického tlaku ve zvoleném místě akustického pole.

Jsou známy mikrofony se sondou, z nich nejlepší přenosové vlastnosti mají takové uspořádání, u nichž je sonda ve tvaru zvukovodu na svém konci, v blízkosti vlastního mikrofónu ukončena prvkem o akustickém odporu rovném její charakteristické impedanci.

Jedná se například o uspořádání mikrofónu se sondou podle čs. autorského osvědčení AO 210 393, u něhož je prvek, uplatňující se jako akustický odpor umístěn v otvorech samotné sondy, situovaných v blízkosti mikrofónu a dále o výhodnější uspořádání podle AO 219 479 a AO 231133, u nichž je akustický odpor o hodnotě rovné charakteristické impedanci zvukovodu sondy realizován prodyšným materiálem v otvorech přepážky, umístěné před membránou mikrofónu. U tohoto uspořádání je možno volit objem dutiny před membránou mikrofónu a přepážkou, kterou prochází vlastní sonda tak, aby hodnota vstupní akustické impedance takto upravené dutiny byla v širokém kmitočtovém rozsahu přibližně konstantní.

Nevýhodou zmíněných uspořádání je omezení minimální výšky dutiny nad membránou použitého mikrofónu dané tím, že akustický odpor štěrbin tvořící dutinu pro vzduch proudící ze sondy do této dutiny případně otvorů v přepážce zakrytých prodyšným materiálem musí být pro správnou činnost zařízení podstatně menší, než akustický odpor prodyšného materiálu, o hodnotě rovné charakteristické impedanci zvukovodu.

Další nevýhoda známých mikrofónů se sondou je poměrně obtížná montáž prodyšných prvků uplatňujících se jako akustický odpor, způsobená malými průměry otvorů a malými průměry kotoučků z prodyšného materiálu, který otvory zakrývá a zejména pak obtížná justáž správné hodnoty výsledného akustického odporu. Odpor prodyšného materiálu zakrývajícího otvory v přepážce před membránou mikrofónu lze totiž zvýšit jedině tak, že se část jeho volné plochy zalepí, což je však při malých rozměrech obtížně proveditelné.

Největší nevýhodou stávajících řešení je však skutečnost, že při použití běžně vyráběných mikrofónů určených pro danou aplikaci, je objem dutiny mezi membránou a přepážkou nežádoucím způsobem zvětšován prostorem okolo napínacího kroužku membrány a pouzdra, nesoucího přepážku opatřenou akustickými odpory, kterou prochází vlastní sonda a který nelze snížit pod určitou mez.

Výše uvedené nedostatky odstraňuje mikrofón se sondou určený pro měření akustického tlaku ve zvoleném místě akustického pole, jehož sonda prochází přepážkou umístěnou před membránou mikrofónu, přičemž vyústění sondy na straně mikrofónu je rozšířeno zaoblením tvořícím dutinu. Podstata vynálezu spočívá v tom, že akustický odpor tvořící zátěž sondy ve tvaru zvukovodu, odpovídající charakteristické impedanci této sondy, je tvořen štěrbinou mezi přepážkou a membránou mikrofónu, přičemž přepážka je na svém obvodu opatřena průchozími otvory ústícími do prostoru odděleného od měřeného akustického pole.

Vyšší účinek mikrofónu se sondou podle vynálezu spočívá v tom, že se škodlivě neuplatňuje prostor za okrajem membrány, který je průchozími otvory v přepážce spojen buď s vnějším prostorem anebo s dutinou pomocného pouzdra, oddělujícího přední část membrány mikrofónu od vnějšího ovzduší a hlavně, že lze změnou vzdálenosti čela přepážky od membrány mikrofónu nastavit potřebnou hodnotu akustického odporu uzavírajícího zvukovod sondy tak, aby výsledný kmitočtový průběh soustavy sonda - mikrofón byl co nejpříznivější.

Mikrofón se sondou podle vynálezu bude následovně blíže popsán v příkladovém provedení s pomocí připojených vyobrazení, kde obr. 1 znázorňuje řez mikrofónem se sondou a pouzdrem, a obr. 2 znázorňuje půdorys přepážky omezující dutinu nad membránou mikrofónu.

Sonda 1 ve tvaru zvukovodu znázorněná na obr. 1 prochází tuhou přepážkou 2, jejíž čelo je rovnoběžné s membránou 4 mikrofónu 2 a ústí do štěrbin 2 mezi přepážkou 2 a membránou

4\_ mikrofonu 2. Ústí sondy ve tvaru zvukovodu je při vstupu do štěrbinu 2 opatřeno zaoblením 6 vyústění sondy 1 na straně mikrofonu 2, takže vlastní štěrbina 2 uplatňující se jako akustický odpor ukončující zvukovod, začíná na průměru  $D_1$  a končí na obvodu membrány 4 o průměru  $D_2$ . Zaoblením 6 vzniká dutina 8 vyústění sondy na straně mikrofonu.

Výška  $\delta$  štěrbinu 2 je zvolena tak, že její akustický odpor pro radiální proudění vzduchu je rovný charakteristické impedanci sondy 1 ve tvaru zvukovodu o vnitřním průměru  $d$ .

Přepážka 3 před membránou 4 mikrofonu 2 je na svém obvodu opatřena průchozími otvory 7 ústíciemi buď do volného prostoru, což je možné, pokud je mikrofon 2 mimo akustické pole anebo do dutiny 10 pouzdra 2 vyplněné prodyšným materiálem pohlcujícím zvukovou energii. Toto druhé uspořádání je nezbytné v případě, že sonda 1 ve tvaru zvukovodu s mikrofonem 2 je situována v akustickém poli. Při výšce  $\delta$  štěrbinu 2 a vnitřním průměru  $d$  sondy 1 ve tvaru zvukovodu musí být splněna podmínka

$$\frac{D_2}{D_1} = \exp(1,49 \cdot 10^{-5} \frac{\delta^3}{d^2}),$$

kde  $\delta$  je vyjádřeno v  $\mu\text{m}$  a  $d$  v mm, přičemž výška  $\delta$  štěrbinu 2 splňuje podmínku

$$\delta < \frac{172}{f_h}$$

kde 172 je konstanta a  $f_h$  je horní mezní kmitočet soustavy v kHz.

Uvedený vztah platí pro případ, že vstupní akustická impedance použitého mikrofonu 2 je velmi vysoká, to znamená, že ekvivalentní objem mikrofonu 2 je menší, než  $50 \text{ mm}^3$ .

Dutina 8 vyústění sondy 1 na straně mikrofonu 2 vzniklá zaoblením 6 při jejím vstupu do štěrbinu 2 před membránou 4 umožňuje aplikaci obvodu o převážně reálné akustické impedanci podle AO 174 742, což vede ke zvýšení mezního kmitočtu soustavy. Objem dutiny 8 má mít hodnotu přibližně

$$V \approx 1,46 \cdot 10^{-3} (d \cdot \delta)^2$$

kde objem  $V$  je v  $\text{mm}^3$ ,  $d$  je v mm,  $\delta$  v  $\mu\text{m}$  a  $1,46 \cdot 10^{-3}$  je konstanta. Jedná se o hodnoty směrné, které je nutno experimentálně ověřit.

Při funkci mikrofonu se sondou 1 vstupuje akustický signál do volného konce sondy 1 ve tvaru zvukovodu o vnitřním průměru  $d$  a postupuje jí do dutiny 8 vyústění sondy na straně mikrofonu 2 vzniklé zaoblením 6 tohoto vyústění. Na průměru  $D_1$  vstupuje signál do štěrbinu 2 mezi přepážkou 3 a membránou 4 mikrofonu 2. Při svém vstupu do dutiny 8 a při průchodu štěrbinou 2 působí akustický tlak na membránu 4 mikrofonu 2. Po průchodu štěrbinou 2 opouští akustický signál na průměru  $D_2$  membránu mikrofonu 2 a vystupuje průchozími otvory 7 buď do vnějšího prostoru, pokud je mikrofon umístěn mimo akustické pole, anebo dutiny 10 uzavřené pouzdem 2, nachází-li se mikrofon v akustickém poli. Pouzdro 2 v takovém případě eliminuje nežádoucí vliv tohoto vnějšího pole na membránu 4 mikrofonu 2.

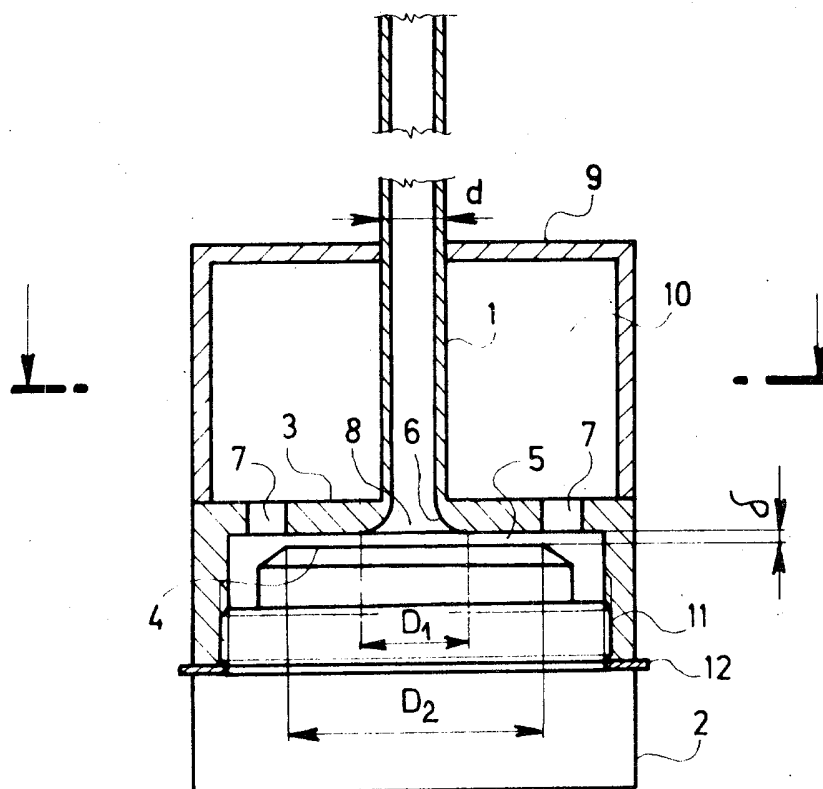
Mikrofon se sondou podle vynálezu lze využít především při měření akustického pole a jeho podrobném mapování. S výhodou lze využít toho, že vstupní průměr sondy může být velmi malý a to i při poměrně vysokém horním mezním kmitočtu.

## PŘEDMĚT VYNÁLEZU

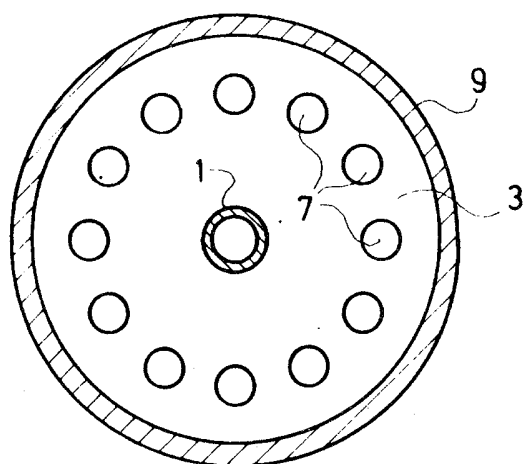
Mikrofon se sondou určený pro měření akustického tlaku ve zvoleném místě akustického pole, jehož sonda prochází přepážkou umístěnou před membránou mikrofonu, přičemž vyústění sondy na straně mikrofonu je rozšířeno zaoblením tvořící dutinu, vyznačený tím, že akustický odpor tvořící zátěž sondy (1) ve tvaru zvukovodu, odpovídající charakteristické impedanci této sondy (1), je tvořen štěrbinou (5) mezi přepážkou (3) a membránou (4) mikrofonu (2), přičemž přepážka (3) je na svém obvodu opatřena průchozími otvory (7) ústícími do prostoru odděleného od měřeného akustického pole.

1 výkres

232 517



OBR. 1



OBR. 2