



第二届传感器学术讨论会

THE SECOND TRANSDUCER CONFERENCE

● WUHAN, April 1988

'88

论文集

下 册

第二届传感器学术讨论会
论 文 集

下 册

目 录

- I FM Detection system for use with variable-frequency transducers
Clifford, D. Ferris (1)
- II A Study of low pressure chemical vapor deposition(LPCVD) of
Al₂O₃ film for hydrogen ion sensitive membrane in CHEMFE T sensors.
Chenglie Cui, peter Cheung and wayne Bunker (10)
- III PH-Temperature integrated sensor with back-side contact, Hu Bo (18)

机械量传感器

1. 横向电压型压力传感器的几何设计 规则.....王言 齐薇佳 于连忠 鲍敏杭 (21)
2. 超高压传感器的研究.....韦汉忠 (26)
3. 3C Y J型溅射薄膜压力传感器.....扬北南 (31)
4. 全集成压力传感器的研制和应用.....蒋继申 (36)
5. 模块式智能压力传感器 研究.....余瑞芬 李永敏 袁承德 毛万华 (41)
6. 对于压阻式压力传感器失效模式的研究和加速实验的设计*
.....胡静山 牛德芳 李桂芳 张大力 (47)
7. 超敏感结构和微压传感器的噪声限制*.....朱秀文 毛千茹 张维新 (47)
8. 压力传感器静态性能指标的计算方法*.....项冀平 (48)
9. 超声延迟式精密高压传感器研究*.....张飞猛 朱明武 (48)
10. 管式超高压传感器*.....朱明武 王昌明 李永新 (48)
11. 动态孔隙水压力传感器的设计*.....汪恩清 姜德亚 (49)
12. 一种实用的扩散硅压力敏感元件零点温漂补偿*.....唐毓军 宋木杰 (49)
13. 一种新型的压力传感器——石英晶体卡式无损测压传感器*.....朱尔茂 (49)
14. 中温高压全密封应变式压力传感器*.....王健敏 (49)
15. 两种压阻式低微差压传感器*.....王文襄 扬天成 (50)
16. 高压石英传感器及测量系统*.....王赞成 (50)
17. 小型大输出压力传感器*.....王洪业 (50)
18. S Y C型压电式压力传感器*.....董致海 (50)
19. 动态测量与石英压力传感器*.....韩启国
20. 电容传感器及其应用前景**.....林耀礼
21. 振筒式压力传感器的理论与实验研究.....纪树海 张梅 徐振庭 (51)
22. 高精度高稳定度振弦传感器的研究.....严钟豪 (55)
23. 钢弦式传感器的结构设计及有关问题的探讨*.....沈怡民 (59)

24. QGY—100型钢弦应变计的研制及其在混凝土桥梁结构温度应力试验研究中的应用*.....扬学意(59)
25. Z—80 单板计算机在钢弦应变计测试系统中的应用*.....扬学意(60)
26. 空气压力自补偿小容量传感器.....王林远(61)
27. 用冷加工来延长压磁式传感器的线性区.....顾大健 苏世璋 吴兵(64)
28. 压电式岩体动应力传感器.....曾辉(69)
29. 一种采用电容式频率数字传感器的称重测力新方法.....于丁力 常健生(75)
30. 国产化高精度商用电子秤传感器的设计及补偿.....金仲元 葛宋涛 戴宝娣(80)
31. 两种新型结构的剪切式称重传感器.....刘九卿(87)
32. 中温自补偿高塑性应变计.....朱尤亮 张扬喜(94)
33. GD硼掺杂微晶硅薄膜压阻特性.....郭述文 潭淞生 王谓源(100)
34. 力传感器的滞后.....夏国泰 宁子平(111)
35. 应变差动电容式负荷传感器*.....常健生 王振波 赵红(112)
36. CHZ海洋重力仪敏感元件的特殊工艺*.....江峰(112)
37. 影响直接正式式负荷传感器的检测精度的力学因素*.....王志正(112)
38. 关于电子计价秤传感器的偏载误差的修正*.....管辛(112)
39. 扩散硅力敏器件中多晶硅纯化效果的研究*.....牛德芳 周丽芳(113)
40. 半导体力敏器件硅腐蚀工艺*.....周丽芳 赵培文 王秀华(113)
41. 卡环式应变型扭矩传感器.....商维绿 钱顺章 缪德源(116)
42. 加速度传感器温度模型辨识及误差分析.....王斌(122)
43. 石英挠性加速度计温度特性的自动测试*.....王正民(122)
44. 光电伺服加速度计的研究*.....林松涛(123)
45. 环形激光角速度传感器*.....张致敷 杨树林(123)
46. 电涡流加速度检波器*.....宋辅弼(123)
47. 利用单片机技术实现固态射流传感器零位和温度补偿*.....梁霆(124)
48. 压电射流速率传感器及其敏感电路.....胡信裕(128)
49. 采用阻抗匹配换能器的气体超声流量计.....陈书洗 张跃华 钱以诚 朱翠华(132)
50. 一种精度高用途广的微型流速传感器*.....王子延 熊伟(132)
51. 热膜探针的研制和率定*.....刘祖唐 赵敏生 扬莫华 吕国芳(133)
52. 磁敏角位移传感器*.....孟庆波(133)
53. 强磁性金属膜磁敏电阻的特点与应用*.....孟庆波 龙在澄(133)
54. 电涡流位移传感器及其在缸套检测中的应用*.....唐无涯 高凤良(133)
55. RVD T角位移传感器*.....张裕悝(13)
56. 高温高压三晶片测位传感器*.....周铁英 刘梦林 王凤林 黄哲林(134)
57. 电子接近开关的特性曲线分析与研究*.....伍耐明(134)
58. 颗粒粒径及其分布的在线测量.....吕砚山 张进明 张晏春 马润宇 吴祥芝 傅举孚(134)
59. 气液两相流中液膜厚度的电测技术研究.....刘文庆 梁英民 吕砚山(139)
60. 超高精度倾斜角测量传感器.....徐治洋(146)
61. 温度自补偿新型微波测厚传感器的研制.....杨进成(151)

62. 微孔气动传感器误差形成的机理*.....刘志根(155)
63. 多个传感器在复杂机械零件形位误差自动测量中应用的研究*
.....常健生 官文斌 苏学君(156)
64. 船用深度传感器设计与计算*.....刘少祥(156)
65. 高精度数字液位计*.....刘少祥 刘绝武(156)

热学量传感器

66. 胆甾型液晶热敏膜的研制.....周思萌(157)
67. 用数字滤波器实现热电偶快速测温的一种方法.....齐广学 刘彬 吴嗣亮(161)
68. 热敏电阻器全量程的线性化处理.....张金水(165)
69. 珠状热敏电阻器阻率及形状系数的计算方法探讨...韩国庆(中国)阿部喜昭(日本)(168)
70. 数字仪表中热敏电阻器的实用线性化设计.....康锡斌(172)
71. 使用电阻温度探测器进行测量和控制.....翟其刚 俞光仪 徐林木 陈伟民(176)
72. 高精度袖珍数字温度计的研制.....陈玉伟 陈淮友(179)
73. 铂膜温度传感器的研究.....张孝禄 刘培英(184)
74. 耐高温微引线焊接技术.....刘培英 张孝禄(193)
75. 电子束焊接在传感器封装中的应用.....林世昌执笔(197)
76. 亚胺型高聚物应变胶粘剂研究.....刘润山 胡正伦(203)
77. 薄膜热电偶与内燃机传热研究*.....沈胜强(206)
78. 遥测多点温湿度仪及其应用*.....王修兰(206)
79. 影响铠装热电偶常温下绝缘电阻原因初探*.....诸诚鸣(206)
80. 塑料、化纤工业中应用的温度传感器*.....诸诚鸣(207)
81. 碳化硅热敏薄膜材料的制备*.....杨树贵 周卓 王静 刘玉娟(207)
82. $MZQ-I$ 型温度传感器**.....田正卯

光学量传感器

83. 串联扫描热成像系统性能的理论分析.....陈东波 廖宁放(208)
84. CCD 焦面阵列成像技术及其自动调焦装置.....何志华 张惠良(214)
85. CCD 图象传感器均匀性误差对输出信号及频谱的影响.....饶云江 黄尚廉(218)
86. CCD 摄像器件光响应均匀性测量.....董亮初 唐红兰 陈敏辉(222)
87. $HCGS$ 固体扫描器及在我国冶金工业中的应用.....郑树德 郭关林 张海平(230)
88. 激光 CCD 法测量亚微米量级狭缝的探讨*.....勒怀义(234)
89. 图象传感系统及工程应用*.....张文泉(234)
90. 光色传感器的制备与特性.....高启安 万文惠 章伟(235)
91. TiO_2 薄膜生长及其光伏特性研究*
.....戴国瑞 刘旺 陈自力 吕德安 姜月顺 李铁津(239)
92. 辐射对敏感材料及传感器性能的影响*.....章伟(239)
93. 新型色传感器.....章伟 王晓茹 魏铨(239)

94. $\alpha-Si$ 在传感器中的应用*.....章伟 王晓茹 魏铎(243)
95. 改善光传感器性能的能带渐变方法*.....章伟(243)
96. 超晶格光传感器制做的MBE及光加工的方法*.....章伟 王晓茹(244)
97. $\alpha-Si/C-Si$ 叠层色传感器*.....徐重阳(244)
98. 照相机专用兰硅光电池.....王缙 梁平治 汪仁伍 董建民(244)
99. 《多功能红外控制器》原理及其技术特点*.....张本袁 朱明程 丁辛芳(250)
100. InP 全息耦合光栅的研制.....沈邦兴(250)
101. 表面粗糙度的全信息比较测量.....杨怀庆(255)
102. 增量光栅传感器结构设计及应用.....王大庆 黄尚廉(258)
103. 用于光电轴角编码器的零位光栅.....喻洪麟(263)
104. 智能光栅传感器技术及其应用*.....王均毅 陈敏(266)
105. 光色位置传感器及其应用*.....许建鸣(266)
106. WLP 离子注入型硅光电位置探测器*.....颜贻明(267)
107. 两功能环形激光传感器.....张立群(267)
108. 四频激光陀螺采用复合分频器的实验研究*
.....张立群 钟以红 杨树林 钱英 覃首梅 邹莉(271)
109. $PECVD-Fe_2O_3$ 薄膜制备及结构研究*.....戴国瑞 吕德安 杨柏梁 黄瑛(272)
110. 多模光纤微弯传感器的分析方法.....阎天纵 任以实 姬文越(272)
111. 分布式光纤温度传感器.....何志华 于学增 程维治(277)
112. 用光时域反射计的传感器.....杜懋畅 程建国 李爱光 王莉(281)
113. 分布式光纤温度传感器的研究*.....梁大巍(286)
114. 微机控制 $FOST-T_1$ 型光纤测温仪.....张敬明 弓继书 潘贵生(286)
115. 光纤单丝可弯伸高温传感器的研究与应用.....郝天佑(289)
116. 高炉铁水连续测温技术的研究*.....胡纪五 薛秀琴 王为仁 周凤山(294)
117. 光纤传输式辐射高温计.....王珏 齐广学(295)
118. 一种实用型光纤温度传感器.....金尚忠 方晓 张在宣(300)
119. 微型有源光纤温度传感器*.....张源斌(303)
120. 火焰瞬态温度光导纤维测量传感器*.....程晓舫(303)
121. 铈玻璃光纤温度传感器*.....杨瀛海 黄伟同 俞本立(304)
122. 光纤谐振腔干涉仪的理论分析.....王安 谢海明 李大中(304)
123. 作为物理量传感器的光纤谐振腔干涉仪*.....王安 谢海明 李大中 刘颂豪(308)
124. 光纤Michelson干涉仪传感器的研究*.....周汉安(308)
125. 光纤干涉仪相位跟踪系统研究*.....李少慧 崇宝钦(308)
126. 全息转盘——光纤环阵三维测角系统.....张家骅(309)
127. 光纤陀螺及其组合体的精密定向*.....张立群(312)
128. 光纤探头红外光电转速仪*.....任先建 李积庚 马玉兴 高芹(313)
129. 多模光纤中的干涉效应用于速度测量.....方显承 郭健(313)
130. 用光导纤维氢气泡传感技术测低流速*.....徐友仁 周浩祥(316)
131. 多模光纤传感器微位移测试的实验研究.....朱若谷 邹晓华 张漫山 梁平(316)

132. 二维光纤位移计.....罗鸣梧 张圣佩 程家骥 李法贤 周崇华 姜德生(319)
133. 高精度微功耗传光型光纤压力传感器*.....王玉田 史锦珊(322)
134. 形位编码光纤传感器*.....李大中 谢海明 王安 刘丽洁 杭寅(322)
135. 光纤应变传感器的零差相位跟踪*.....谢海明 李大中 王安 刘丽洁 杭寅(323)
136. 有关用光导纤维装置测量高压汽水两相流含汽率的若干问题.....刘光奇 罗毓珊(323)
137. 新型光纤浓度计.....黄莉蕾 楼立群(327)
138. *Goos-Haenchen*位移对内反射光纤传感器测量结果的影响
.....陈代书 王大文 彭开应 祁美征(334)
139. Z80微机系统在光纤比色计中的应用.....梁材 仓东卿(337)
140. 光纤磁致伸缩磁场传感器的灵敏度分析.....张志鹏 张勤(339)
141. 无源光纤电场传感器.....张源斌(344)
142. 光功率推动光纤传感器.....史锦珊 王珏 王玉田(349)
143. 光纤传感器探头结构的探讨.....张奇生 戴曙光(354)
144. 端面芯径大于 $300\mu m$ 的锥型多模光纤耦合器.....方厚健(362)

磁学、电学量传感器

145. 利用静止畴原理制作的高灵敏度新型*GaAs Hall*器件.....郑一阳(366)
146. 一种新型传感器——非晶态合金双稳态磁传感器.....张涛 姜维诚(369)
147. 三端型 $I_n Sb$ 磁敏电阻体的研究.....王文生 刘志刚 张之圣 胡明 刘仲娥(375)
148. 磁敏MOS器件数值模拟及设计优化.....魏同立 何野(378)
149. CGY一系列磁感应传感器的铁芯工艺实验研究.....耿胜利(383)
150. 射频传感器金属液位检测系统研究.....孙凤久 范立志(388)
151. 扫频磁振动电一声传感器及其应用*.....梁迪众 黄光周 章克省 胡耀志(393)
152. 低压氧化锌压敏电阻的研究.....邹秦 姚熹 孟中岩(393)
153. 并列式双探头电涡流传感器及其测试系统的研究*.....徐健生 高福华(399)
154. 小哺乳动物活动传感器及其遥测系统*.....周文扬(399)

超导量子效应传感器

155. 隧道结超导量子磁通传感器.....薛寿清 肖良熙 孟小凡 李嘉璋(400)
156. 液氮温区超导重力仪*.....陈文升(404)

声学量传感器

157. 8—8连接复合压电超声传感器.....袁易全 殷庆瑞 赵梅瑜(405)
158. 超声诊断仪脉冲声场绝对测量用PVD薄膜水听器的研制
.....钱德初 寿文德 时炳文 沈寿彭 吴报珠(408)

离子传感器

159. CeF_3 固体电解质传感性能的研究.....黎明 任玉芳(413)

160. 烟酸传感器的研制及其应用.....黄德培 周士源 徐燕(417)
161. 离子选择场效应管的噪声分析.....周士源 孔得人(420)
162. 锂离子选择性微电极及在生物体液中的响应.....庄云龙(423)
163. 硝酸根离子敏场效应管及其应用.....罗江 任怒(427)
164. 铅离子敏感半导体器件的研究及应用.....方培生 谷杰亨(432)
165. 锰(II)传感器的研制及应用*.....黄德培 张媛贞 董绍荣 扬克义 俞宝明(434)
166. 合成胶粘剂在 *ISFET* 中的应用*.....古启伦 陈联泳(435)
167. 一种新型的 $Ag-AgCl$ 外参比电极*.....扬环芝 梁长发(435)
168. $HCY-10$ 连续波核磁共振分析仪*.....朱小华 冯福辉 陈明生(435)
169. $AgBr$ 单晶电极在感光材料分析中的应用*.....杨林楚 邹景瑶(436)
170. *SOS/ISFET* 器件的研究*.....李东研 黄启成 徐永祥(436)
171. *SOS* 氮化硅栅 *ISFET* 特性研究*.....张永志 陈克铭(436)

气 体 传 感 器

172. 气敏材料 SnO_2 的敏感机理的探讨.....朴吉龙(437)
173. $P_{r_0}O_{11}$ 对 SnO_2 半导体气敏特性的影响.....钟仕科 廖良生(442)
174. 集成化 NO_x 传感器.....刘国维等(446)
175. NO_2 气体报警测量两用仪.....金庚堦(451)
176. 气相扩散型电化学氧探头性能剖析.....虞星炬 李连生 都绛英 王毓福(455)
177. 常温振荡元件及其气敏性质.....何敬文 刘斌 李培德 丁金英(462)
178. 氧化铁气敏材料的酒敏特性.....彭军 朱兆宗 张鹤鸣 来新泉(466)
179. 钨栅MOS场效应晶体管硫化氢气敏特性的研究...侯曾一 张维新 赵一兵 王涌泽(470)
180. 薄膜气体传感器的探索.....戴国瑞 刘克勇 张青月 吕德安 康昌鹤 刘文明(473)
181. 集成多功能敏感元件的研制.....孙承松 李云鹏 肖森荣 周立军(477)
182. 薄膜型 SnO_2 气敏元件的制备及特性研究*.....章世玲 李佳丽(480)
183. SnO_2 气敏元件的特性分析*.....蒋国平 马灵芝 赵培文 牛德芳(481)
184. 厚膜气敏元件的研制*.....李桂芳 蒋国平 马灵芝 赵培文 牛德芳(481)
185. 薄膜型 SnO_2 传感器气敏特性研究*.....张维新 徐步华 柳连俊 周富兰(481)
186. 光电烟雾传感器的原理及应用**.....袁庭荣

湿 度 传 感 器

187. 陶瓷湿敏传感器的新制造方法和理论模型.....孙鸿涛 武明堂 李平(482)
188. 一种新型陶瓷湿敏元件的阻抗—湿度特性研究...王天宝 冯宝康 吴怀良 王列娥(485)
189. 陶瓷湿度传感器的物理机理研究.....潘晓光 彭贤柱(490)
190. 湿——气多功能传感器的研究.....武明堂 孙鸿涛 李平(495)
191. 电容式湿度传感器.....郝光宗 张汉杰(499)
192. 金属氧化物类湿度传感器长期漂移的机理研究.....骆如枋(502)
193. 通信电缆充气湿度报警仪.....陆玉萍执笔(507)

194. 掺杂对温——湿敏感材料性能的影响及其微观分析.....李芳 孟中岩 武明堂(510)
165. 阵列式半导体湿度敏感元件的机理探讨*.....季秉厚 赵新杰 李蓉萍(515)
196. S_nO_2 薄膜材料的气敏、湿敏特性研究*.....季秉厚(516)
197. 调频无线电发射型湿度传感器*.....徐小羚(516)
198. $NiO-Al_2O_3-SiO_2$ 系统新型多孔湿敏陶瓷材料*.....周志刚 沈嘉祺(516)

生物量传感器及应用

199. 霍尔式皮肤弹性测量仪的研制.....陈延航 宏峰(517)
200. 压力传感器和加速度传感器的医学应用.....何铁春(521)
201. 用于监测心电、呼吸及体温的组合式传感器.....王明时 朱险峰 邓乃封 张海波(525)
202. 微小力值的微机测式.....汝燕川(529)
203. 高灵敏的 $PTC-1$ 型葡萄糖酶电极研究.....楼一心 徐志祥 周文瑜(536)
204. 葡萄糖离子敏场效应管生物传感器.....赵裕蓉 张鹏 莫锡荣 古启伦(540)
205. 集成 $ISFET$ 传感器在生化参数检测中的应用*...古启伦 赵裕凌 张鹏 莫锡荣(545)
206. 气泡法微小生理流量测量技术.....王高祥 凌达成 周远(545)
207. 对射击运动的生物力学传感器的研究及其特性分析.....何华荣(550)
208. 筛选致突变物沙门氏菌微生物传感器*.....许向春等(552)
209. 多功能低压治疗仪的研制*.....吕性道(552)
210. 变频电磁场磁疗仪的研究*.....续炜瞳(553)
211. 示波双电位滴定法测定盐酸氯丙嗪及其制剂的含量**.....程光炘 张正行 秦耘
212. 交流示波极谱滴定法测定度米芬的含量**.....程光炘 潘希霞 张正行

机器人传感器

213. 视觉传感器在空间隙摆动电弧焊接中的应用.....陈武柱(554)
214. 弧焊机器人焊缝跟踪用的视觉传感器.....何方殿 吴敏生 陈武柱 吕航 潘际銮(558)
215. 腕力传感器结构的优化设计.....薛亚洪 王玉生 马国强(562)
216. 弧焊机器人所用的电弧传感器*.....骆远福 阮赐元 帅建平 邹琼(567)
217. 弧焊机器人直接视觉传感法研究*.....李严 吴林 陈定华(567)
218. 基于传感器的机器人控制*.....安永辰 李渊涛(568)

传感器应用及仪表

219. $RS-II$ 四通道野外光谱仪的特性及应用.....金丽芳 吕斯骅 朱晓红(569)
220. 涡流地震检波器的特性及测试方法的研究.....刘兆琦(574)
221. 微机化感应同步器数显表.....孙建平 蒋立平 郭英智(581)
222. 智能化高精度液体密度在线分析仪.....王永洪 李福成 颜建铭(583)
223. 单片机处理雨量雨强计.....王锡纯 张克彦(588)
224. 超声波传感器在工程实验中的应用.....龚庆芳(591)

225. 智能电容传感器在轴向柱塞泵油膜厚度在线测量中的应用

-黄辉煌 郑义中 叶声华(595)
226. 智能电容式汽车钢圈跳动检测仪* 郑义中 高玉成 黄辉煌(599)
227. 用电容法对活塞环最小油膜厚度的测量.....王海山 郑义中 何敬业 宋新辉(600)
228. 智能材质鉴别仪的研制 汪廷 付丰锦(605)
229. 并列式双探头电涡流传感器及其测试系统的研究.....徐建生 高福华 焦长祖(612)
230. 尺寸检测用电涡流传感器的精度、稳定及智能化.....田志勇 于庆魁 李科杰(617)
231. 测力系统动态误差的运算补偿.....蒋作民 崔永青 孙和义(624)
232. 微型扭簧测试仪研制*何献忠 金小海(628)
233. 多种传感器小型测试系统*肖文大 黄俊钦(629)
234. 试验装置的动压测试* 白文清(629)
235. 硅压阻式数字压力计的温度及非线性补偿* 谢森(629)
236. 微流量计及在氧气配气系统中的应用* 冷文元 马舒羽(630)
237. 油膜厚度测量传感器的研究及应用* 刘正白等(630)
238. 调频多路应变测量系统中的应变压控振荡器* 汪世亮(630)
239. SY—3型多路数字应变仪*汪世亮(631)
240. YF—1型宽频带应变放大器* 汪世亮 闪海云 张玉生(631)
241. 一种新型的在线线材不接触测长装置*石道渝 谭克敏 王思源(631)
242. 一种新型铂电阻温度计测量电路* 洪文学 王卓军 孙毓星(631)
243. 一阶线性系统时间常数的频域计算*张幼铁 陈锦荣(632)
244. 采用MARPOOS电子塞规作传感器的孔径自动测量仪*杜炳望 林文缘(632)
245. 涡流无损检测的进展.....宋植堤(632)
246. HWL—II型热膜流速仪在水流测量中的应用* ...刘祖唐 吕国芳 杨奠华 赵敏生(640)
247. 有源感应式传感器及其在食品工业中的应用*祁殿文 周仲浩 黄光周 胡耀志(640)
248. 透射表总体设计和精确度问题* 贾稚林(641)
249. 单点激励多点测量中加速度传感器与力传感器匹配* 李积彬(641)
250. DY型移传感器和DYC型数字测试仪研制及应用技术..... 李炳生 毛文永(641)
241. 气相色谱在锅炉烟气分析中的应用.....吕焕尧(647)

传感器的测试、标定技术与基础理论

252. 1MN传感器标定设备的研制.....施昌彦 易本忠 李振民 周宏 沈京(653)
253. 高压传感器的动态标定.....梁嘉甫(661)
254. 高压传感器准 δ 冲激动态标定研究.....王曙光 潘德恒 路宏年(663)
255. 岩压传感器的冲击校准.....曾辉(668)
256. 高压传感器的高动压校准* 王昌明(673)
257. RV—I型正弦压力标定装置* 张训文(673)
258. 数字式压力传感器的即时定标技术*刘丽君 张枚(674)
259. 测力传感器的模态分析与动态标定的研究.....张如一 王增梅 于建(674)

260. 力平衡加速度传感器的原理及校准(标定)技术.....戴莲谨(682) ✓
261. 高精度微位移传感器的测试与标定研究.....樊玉铭(688)
262. 电涡流传感器位移校准数据的自诊断处理.....李鋈(691)
263. 气体传感器静态测试和标定中的误差及其控制.....毛静英(696)
264. 气敏半导体元件的特性测定.....邹靖芬(702)
265. 医用超声诊断仪声强计测用 $PVDF$ 压电薄膜水听器的绝对校准方法
.....寿文德 钱德初 刘国亭(704)
266. 电容增量比率网络理论及其在传感器标定技术中的应用.....赵复真 张功铭(708)
267. 表面脉冲和表面波互易标定的比对问题.....梁家惠 杨爱武(712)
268. 工频电场传感器的标定技术*.....张源斌(719)
269. 铠装热电偶测试技术及标定*.....尹秀珍(719)
270. 客栅传感器的定尺和动尺加工精度的误差分析*.....张增耀 骆家贤(719)
271. 传感器符合度计算方法的研究*.....孙德辉(720)
272. 转台控制系统中感应同步器系统误差分析及补偿*.....张少剑 徐静咸 郑元熙(720)

传感器科学领域的前沿与交叉学科的综合论述

273. 传感器技术要在改造传统产业中求发展——兼谈传感器技术发展的几个策略问题
.....舒 亮(721)
274. 我国传感器用应变片的进展.....尹福炎 孟凡萍(726)
275. 温度测量及一般低温测量进展概述.....康锡斌(732)
276. 光导纤维传感器技术十年发展概况.....程维治 何志华(739)
277. 光纤传感器的现状与发展.....郑润魁(745)
278. 超导磁通传感器—— $SQUID$ 的原理和应用.....肖良熙 薛寿清(748)
279. 湿度校准装置的现状.....王淑英 陆品楦(751)
280. 利用生物传感器揭示生物学反应规律.....张先恩 王可方 宋冬林(758)
281. 机器人触觉传感器发展状态分析和我的几点看法.....李科杰(761)
282. 传感器科学及其进展*.....张文泉(765)
283. 谈传感器的命名分类**.....徐清发
第二届传感器学术讨论会论文评审委员会名单.....(766)
- 注: *只刊登论文摘要。 **只刊登论文标题。

离子传感器

CeF₃ 固体电解质传感性能的研究

黎明 任玉芳

中国科学院长春应用化学研究所

自从1966年M. S. Frant和J. W. Ross报道了把 LaF_3 单晶薄膜用于氟离子分析¹，成功地制备了氟离子选择电极以来，氟离子导体在化学传感器中应用的研究受到普遍重视。由于氟离子导体具有低温导电性，而氧化锆测氧仪的操作温度很高，因此人们开始尝试利用氟离子导体制备可在低温下工作的氧传感器。特别是在使用 $SrCl_2(SrO)$ 固体电解质的新型电位差式氧传感器出现后²，氟离子导体低温氧传感器的研究逐渐增多³⁻⁶。但是人们的研究一直主要集中在 $LaF_3(EuF_2)$ 以及 $PbSnF_4(BaO_2)$ 等体系，并未对其它稀土氟化物进行研究，本工作首次研究了以 $CeF_3(CaF_2)$ 为固体电解质的氧传感器的制备与性能，并对其敏感机理进行了探讨。

实 验 部 分

1. 材料的合成

制备器件所需的氟化物 BiF_3 、 SbF_3 、 CaF_2 采用湿法合成。 CeF_3 、 MgF_2 、 ZnF_2 为购买的分析纯试剂。 BiF_3 合成采用 $BiCl_3$ 为起始原料，加入浓HCl酸溶解，再加 NH_4HF_2 溶液生成 BiF_3 沉淀，过滤后烘干、研磨备用。 SbF_3 制备采用 Sb_2O_3 ，直接加HF酸溶解后，水浴蒸发结晶，最后干燥研细。制备 CaF_2 是在 $CaCO_3$ 中加入过量HCl溶解，再加入HF产生 CaF_2 沉淀，为了避免生成胶状沉淀，使用热的稀溶液。合成所用的各种起始原料和酸均为分析纯药品。产物经x—射线衍射从结构上得到确认。 BiF_3 中含有少量的氟氧化物。制备 $(CeF_3)_{0.995}(CaF_2)_{0.005}$ 采用高温固相反应，温度为750℃，12小时，Ar气保护。在 CeF_3 中加入 CaF_2 是为了改善 CeF_3 的导电性能⁷。金属铋采用电解法制备，把 $BiCl_3$ 溶于过量的浓HCl酸中生成 $BiCl_4^-$ ，电解该 $BiCl_4^-$ 溶液可得金属铋。电极反应： $BiCl_4^- + 3e = Bi + 4Cl^-$ $\varphi^\circ = 0.168(V)$ ，电流密度为 $0.1A/cm^2$ 。 Sb 、 Mg 、 Zn 均为购买产品。

2. 器件的制备

传感器件由敏感电极、固体电解质、参比电极三部分构成： $M/MF_m/CeF_3(CaF_2)/Pt(O_2)$ 。先分别在参比电极混合物、 $CeF_3(CaF_2)$ 粉末原料中加入少许Teflon悬浮液搅拌均匀250℃烘干10小时。然后把参比电极混合物、固体电解质、Pt黑依次分层装入模具，在200 kg/cm²压力下压制而成。参比电极周围涂上环氧树脂（固化剂：四乙烯五胺）使其与气氛

隔离。器件园片直径为20 mm，厚度2.5 mm左右。器件结构见图（1）所示。

3. 性能的测试

器件的各种传感性能通过图（2）所示的装置进行测试。输出电位差的测量采用美国产的3468 A multi-meter。温度用DWT—702（上海金山电子仪器厂）控制。氧分压通过调节混合气体（O₂、N₂）的流量比加以控制，总流量为200 ml/min。

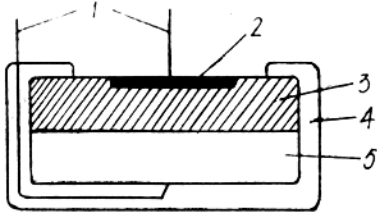
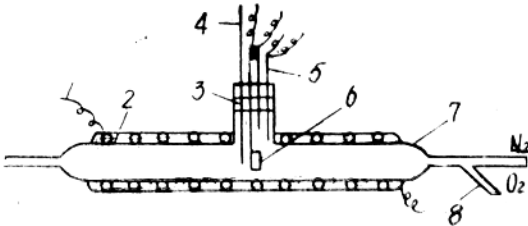
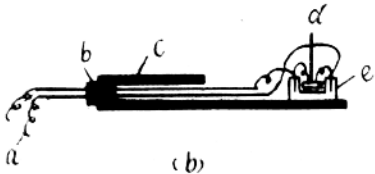


图1 器件的结构

1, Pt 线 2, Pt 黑 3, CeF₃ 4, 环氧树脂
5, 参比电极



1, 电阻丝 2, 石棉布 3, 橡皮塞 4, 温度计
5, 热电偶 8, 器件固定架 7, 玻璃管 8, 进气口



器件固定架

a, 引线 b, 橡皮塞 c, 固定管子 d, 器件
e, 聚四氟乙烯座

图2 器件性能测试装置示意图

结果与讨论

1. 稳定时间和稳定电位差值 (EMF)

在 $t = 25^{\circ}\text{C}$, $P_{\text{O}_2} = 0.21 \text{ atm}$ 下，记录 EMF 从测试开始到其稳定所需时间和 EMF 值。对以 $M + MF_m$ ($M = \text{Mg}$ 、 Zn 、 Bi 、 Sb) 为参比电极， $\text{CeF}_3(\text{CaF}_2)$ 为固体电解质的四种器件的测试结果列于表 1、2。

表1 不同参比电极器件稳定时间

参比电极 批 号	Sb / SbF_3	Bi / BiF_3	Mg / MgF_2	Zn / ZnF_2
1	2 min 45 s	15 s	2 min 45 s	3 min 45 s

固体电解质为 $\text{CeF}_3(\text{CaF}_2)$, $t = 25^{\circ}\text{C}$ $P_{\text{O}_2} = 0.21 \text{ atm}$

表2 不同参比电极器件的稳定电位差值 (V)

参比电极 批 号	Sb / SbF_3	Bi / BiF_3	Mg / MgF_2	Zn / ZnF_2
1	0.516	0.491	1.552	0.700
3	0.407	0.524	1.662	0.701

固体电解质为 $\text{CeF}_3(\text{CaF}_2)$, $t = 25^{\circ}\text{C}$ $P_{\text{O}_2} = 0.21 \text{ atm}$

从表 1 可以看出，只有使用 $\text{Bi} + \text{BiF}_3$ 为参比电极的器件能够快速稳定 (15 S)。而用其它参比电极材料的器件不易达到平衡 (2 min 以上)。因此以下对器件其它传感性能的研

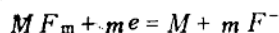
究主要集中在使用 $B_i + B_i F_3$ 材料的器件。虽然即使用相同参比电极, 两批器件的稳定 EMF 也有差别, 如表 2 所示, 但仍可以发现下列的关系:

$$E(Mg) > E(Zn) > E(B_i) \approx E(Sb) \quad (1)$$

这可以从参比电极氟化物的标准生成自由能来解释。由于:

$$E = E_s - E_r \quad (2)$$

E_s 和 E_r 分别是敏感电极和参比电极的电极电势。而在使用相同的敏感电极材料和固体电解质, 采取相同的工艺, 以及温度和氧分压一定时 ($t = 25^\circ\text{C}$, $P_{O_2} = 0.21 \text{ atm}$), E_s 可认为是相同的, 因此稳定输出电位差 (E) 只决定于 E_r 。在参比电极发生的电极反应如下:



根据电极的 Nernst 公式, 有下列式子:

$$E_r = E_r^0 - \frac{RT}{mF} \ln \frac{a_M \cdot a_r^m}{aMF_m}$$

又因为: $\Delta G^\circ = -mE^\circ F$

$$\Delta G^\circ = \sum \Delta G_{298}^\circ(\text{生成物}) - \sum \Delta G_{298}^\circ(\text{反应物})$$

所以有:

$$E_r = -\frac{\Delta G_{298}^\circ F^-}{F} - \frac{\Delta G_{298}^\circ}{mF} + \frac{\Delta G_{298}^\circ MF_m}{mF} - \frac{RT}{F} \ln a_{F^-} - \frac{RT}{mF} \ln \frac{a_M}{aMF_m} \quad (3)$$

由于使用的固体电解质材料都为 CeF_3 (CaF_2), 因此 ΔG_{298}° 和 a_{F^-} 可认为是定数。而对固体物质 M 、 MF_m 其活度当作 1, 且 $\Delta G_{298}^\circ, M = 0$ 。因此:

$$E_r = \frac{\Delta G_{298}^\circ MF_m}{mF} + E_r' (E_r' \text{ 为常数})$$

由 (2) 式:

$$E = E_s - E_r = E' - \frac{\Delta G_{298}^\circ MF_m}{mF} (E' \text{ 为常数}) \quad (4)$$

也就是说器件的输出电位差的大小取决于参比电极氟化物的 ΔG_{298}° , MF_m/m 的大小。各种氟化物在 25°C 时的标准生成自由能 ΔG_{298}° 和 $\Delta G_{298}^\circ/m$ 见表 3⁽⁸⁾ 可以发现:

表3 25℃氟化物的标准生成自由能 (KJmol^{-1})

MF_m	SbF_3	B_iF_3	MgF_2	ZnF_2
ΔG_{298}°	-939.02	-943.36	-1139.37	-785.61
$\Delta G_{298}^\circ/m$	-313.01	-314.45	-569.69	-392.81

$$\frac{1}{3} \Delta G_{298}^\circ, B_iF_3 \approx \frac{1}{3} \Delta G_{298}^\circ, SbF_3 > \frac{1}{2} \Delta G_{298}^\circ, ZnF_2 > \frac{1}{2} \Delta G_{298}^\circ, MgF_2$$

代入 (4) 式便可以得到 (1) 关系式, 与实验结果相吻合。

2. 器件的响应性能

在常温下器件对氧并不敏感。图 (3) 是使用 B_i/B_iF_3 参比电极器件 (第三批) 在 150°C 时的实验结果。可以看出 $E - \log P_{O_2}$ 在较大的范围内呈线性关系, 即符合 Nernst 方程:

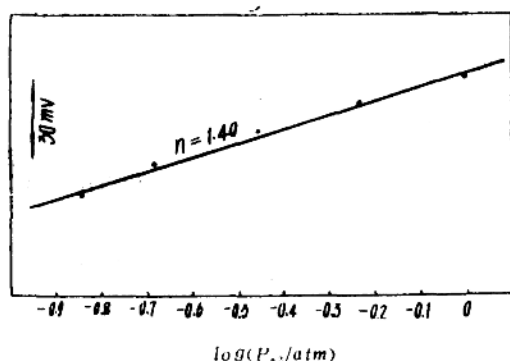


图3 150 °C时器件的电位差—氧分压曲线(Bi/BiF₃(CaF₂)/Pt(O₂))

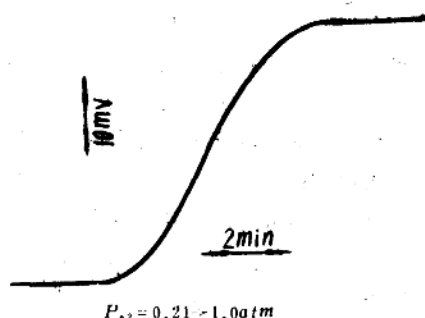
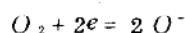
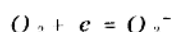


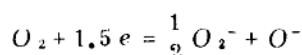
图4 150 °C器件的响应曲线

$$E = E^{\circ'} + \frac{2.303 \cdot R \cdot T}{n \cdot F} \log P_{O_2}$$

其中 n 是整个化学反应中相对于 O_2 的传递电子数目。从图 (3) 可得到曲线的斜率为 60 (mV/decade), 经过换算可得 $n = 1.40$ 。因此推断在敏感电极可能发生了两种反应:



总反应:



从总反应可见理论上 $n = 1.5$, 这与我们的实验结果相符。

图 4 是器件 (仍为第三批, 以 $Bi + BiF_3$ 为参比电极) 的响应曲线, 温度仍为 150 °C。当氧分压由 0.21 → 1.0 atm 时, 其响应时间为 6 分钟, 为了研究器件在常温下的响应性能, 我们采用抽低真空的手段加大氧分压变化差值, $P_{O_2} = 0.017 t_{orr} \rightarrow 0.21 atm$ 。这时在氧分压增加方向的响应时间为两分钟左右, 见图 5。由于电极反应十分复杂, 因此要想准确判断决定步骤从而设法加快其反应速度以缩短响应时间还必须对器件的复杂电化学动力学过程进行较深入的研究。

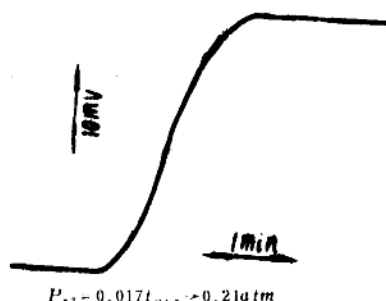


图5 25 °C器件的响应曲线

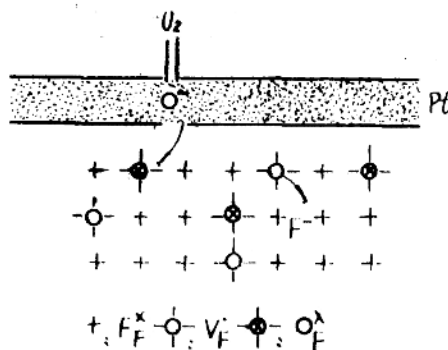


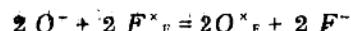
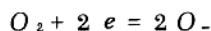
图6 双电子反应敏感机理

3. 敏感机理

目前关于氟化物氧传感器的敏感机理有两种, 对应着反应电子数为 1, 2 的两种机理 (对 O_2 而言)。对于单电子反应机理③, 电极反应为:

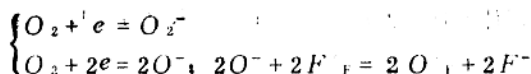


此时固体电解只起盐桥的作用。很多器件的敏感机理是双电子反应机理^①，该机理认为在固体电解质与敏感电极的界面生成含氧化合物薄层^(9,10)。在该层发生了晶格置换反应^(5,8)，如图6所示。电极反应如下：



F_F^* 、 O_F^* 为含氧化物薄层中占据氟格位的氟离子和氧负离子， F^- 为间隙氟离子。

而本实验结果表明器件响应对 O_2 的表现反应电子数为1.40。说明对以 $Bi + BiF_3$ 为参比电极， CeF_3 (CaF_2)为固体电解质， Pt 黑为敏感电极，并采用前述工艺制备的器件对氧的敏感机理为上述两种机理的综合，即在敏感电极同时发生了下列电极反应：



并且以单电子反应机理略占优势。参比电极反应均为： $MF_m + m e = M + m F^-$ 。

以上讨论可以看出，敏感电极表面的物理化学性质对于器件采用的敏感机理有重要的作用。因此要想对敏感机理有较全面、深刻的认识。必须对敏感电极的表面性质、吸附状态等做大量深入的研究。

结 论

采用 CeF_3 (CaF_2)为固体电解质的氧传感器件，可在150℃的低温下操作，输出电位差(EMF)与 P_{O_2} 在较大的范围内符合Nernst方程，表现反应电子数(对 O_2 而言)为1.4，响应时间为6分钟(器件的参比电极材料为 $Bi + BiF_3$)。敏感机理较为复杂，敏感电极反应如： $O_2 + 1.5e = \frac{1}{2}O_2^- + O^-$ 。

参 考 文 献

1. M.S.Fran, J.W.Ross, Science, 154, 1553(1966).
2. A.Pelloux, J.P.Quessada, J.Fouletier, P.Fabry, M.Kleitz, Solid state Ionics, 1, 343(1980).
3. 桑田茂树, 三浦则雄, 清山哲郎, 电化, 51, 947(1983)
4. E.Siebert, J.Fouletier, S.Vimont, Solid State Ionics, 9, 10, 1291(1983)
5. 桑田茂树, 三浦则雄, 清山哲郎, 日本化学会志, 8, 1232(1984)
6. N.Yamazoe, J.Hisamoto, N.Miura, S.Kuwata, Proc. of the 2nd Int.Meeting on Chemical Sensors, 289(1986)
7. Takehiko Takahashi, HiroYasu Iwahara, Toyomi Ishikawa, J.Electrochem.Soc, 2, 280(1977)
8. 叶天伦编著, “实用无机物热力学数据手册”, 冶金工业出版社。
9. M.Kleitz, E.Siebert, J.Fouletier, Proc.1st Int.Meet.on Chem.Sensors 262 (1983).
10. J.Salardenne, F.Labidi, J.Portier, D.Birot, Proc.of the 2nd Int.Meeting on Chemical Sensors, 323(1986).

烟酸传感器的研制及其应用

黄德培

周士源 徐 燕

南京大学配位化学研究所

华东工学院

【摘要】本文研制以三辛基甲基氯化铵(336S)与烟酸形成缔合物与活性材料的PVC膜烟酸传感器。在 $PH6.57-9.34$ 烟酸钠水溶液中，其Nernst响应为 0° —

10^{-4} mol/L , 器件响应时间约 5 s, 漂移小于 1 mV/h , 并应用于测定了维生素 B₆ 片剂的含量, 获得满意结果。

关键词: 烟酸, 烟酸传感器, 维生素 B₆。

引 言

烟酸是 β -吡啶羧酸, 具有 B 族维生素的活性, 能应用于预防和治疗癞皮病、减低由于磺胺类、砷剂、镇静药等所引起的中毒现象。一般常用中和滴定法, 紫外分光光度法测定¹。

1977 年 L. Campanella et al, 报导了烟酸液膜离子选择电极, 应用于测定药物和生物制品中的烟酸胺²。作者采用三辛基甲基烟酸铵络合物活性物质分散在四氢呋喃 PVC 中制成了烟酸传感器, 测定了器件的性能参数, 应用于维生素 B₆ 片剂含量的测量, 均取得满意结果。

实验结果

一、仪器和试剂

PXJ-1 B 型数字式离子计 (江苏电分析仪器厂), TD-1 型磁力搅拌器 (常熟电子仪器厂),

三辛基甲基氯化铵 (进口分装),

烟酸 C. P. (上海新华化工厂),

苯二甲酸二 (2-乙基-乙) 酯, 进口分装 (上海化学试剂厂),

正癸醇, 进口分装 (上海化学试剂厂)。

二、器件的制备与性能测定

活性物质的制备 配制 0.1 mol/L 50 ml 的 336 S 的氯仿溶液和 PH 约为 9.0 的烟酸溶液 50 ml 。量取 20 ml 0.1 mol/L 336 S 溶液于 50 ml 分液漏斗中, 再加入 10 ml 0.1 mol/L 的烟酸钠溶液, 振荡 10 分钟萃取, 分离将氯仿溶液存置于 50 ml 烧杯中, 在红外灯下烘干去掉溶液剂氯仿得淡黄色的三辛基甲基烟酸铵活性材料。

敏感膜和器件的制备 精确称取 150 mg 活性材料置于小烧杯中, 加入 6 ml 5% PVC 四氢呋喃溶液, 搅拌均匀后滴加苯二甲酸二 (2-乙基-乙) 酯和正癸醇 15 滴, 继续搅拌均匀。然后倒入固定水平的玻璃园杯内, 任其挥发后得具有弹性的烟酸 PVC 敏感膜。取下合适大小的敏感膜粘于电极杆上。内参溶液为 $\text{PH} = 8 \sim 9$ 10^{-3} mol/L 的烟酸钠, 不使用时干法保存。

器件的线性范围和斜率 将已制作好的器件在 $\text{PH} = 8 \sim 9$ 10^{-3} mol/L 烟酸钠溶液中活化数小时, 然后与外参比电极组成测量电池, 用去离子水洗至一定的空白电位。测量系列烟酸标准液电位值。结果见图 1。

从图中看出, 烟酸的线性范围在 $10^{-3} \sim 10^{-4} \text{ mol/L}$, 检测下限为 $5 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$, 斜率为 $52 \pm 1 \text{ mV}$ 。

重现性和漂移 将器件插入 10^{-3} mol/L 和 10^{-2} mol/L 标准液中, 连续往复测定三次, 结果见表 1。器件重现性偏差 $< \pm 1 \text{ mV}$ 。当器件在 10^{-2} mol/L 溶液中连续测定 17 小时, 电