

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6748006号
(P6748006)

(45) 発行日 令和2年8月26日(2020.8.26)

(24) 登録日 令和2年8月11日(2020.8.11)

(51) Int.Cl. F I
G O 1 L 19/04 (2006.01) G O 1 L 19/04

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2017-44554 (P2017-44554)	(73) 特許権者	000006666 アズビル株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号
(22) 出願日	平成29年3月9日(2017.3.9)	(74) 代理人	100098394 弁理士 山川 茂樹
(65) 公開番号	特開2018-146530 (P2018-146530A)	(74) 代理人	100064621 弁理士 山川 政樹
(43) 公開日	平成30年9月20日(2018.9.20)	(72) 発明者	関根 正志 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 アズビル株式会社内
審査請求日	令和1年9月17日(2019.9.17)	(72) 発明者	石原 卓也 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 アズビル株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧力センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

測定対象からの圧力を受けて変位するダイヤフラムを備え、前記ダイヤフラムの変位を他の物理量の変化に変換する検出デバイスと、

前記ダイヤフラムの変位による前記他の物理量の変化を圧力値に変換して出力するように構成された圧力値出力部と、

前記検出デバイスを収容する内側容器と、

前記内側容器を収容する外側容器と、

前記内側容器に接続され前記内側容器の内部に測定対象の圧力を導入するための圧力導入管と、

前記内側容器の内部に設けられ、前記内側容器の内部空間を前記圧力導入管を介して前記測定対象の圧力が導入される圧力検出側の空間と、前記圧力検出側の空間と反対側の空間で前記検出デバイスが配置される素子配置側の空間とに分離するとともに、前記素子配置側の面に前記検出デバイスが接合され、前記圧力検出側の圧力を前記検出デバイスの前記ダイヤフラムに導く圧力導入孔を有する隔壁と

前記内側容器の前記素子配置側の外側壁面に設けられた第1温度測定機構と、

前記外側容器の外側に壁面に設置されて前記外側容器の内部を加熱するための加熱機構と、

前記加熱機構の動作を制御して、前記第1温度測定機構で測定される第1温度値を設定温度に近づけるように構成された温度制御部と、

10

20

前記加熱機構の温度を測定する第 2 温度測定機構と、
 前記第 1 温度測定機構が測定した第 1 温度値と第 2 温度測定機構が測定した第 2 温度値との温度差を求めるように構成された温度差算出部と、
 前記温度差算出部が算出した温度差が設定範囲を外れた場合に警報を発令するように構成された警報出力部と
 を備えることを特徴とする圧力センサ。

【請求項 2】

請求項 1 記載の圧力センサにおいて、
 前記検出デバイスは、前記ダイアフラムと離間して前記ダイアフラムを支持する基台と、前記ダイアフラムに設けられた第 1 の電極と、前記基台に設けられ前記第 1 の電極と向
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30
 31
 32
 33
 34
 35
 36
 37
 38
 39
 40
 41
 42
 43
 44
 45
 46
 47
 48
 49
 50
 51
 52
 53
 54
 55
 56
 57
 58
 59
 60
 61
 62
 63
 64
 65
 66
 67
 68
 69
 70
 71
 72
 73
 74
 75
 76
 77
 78
 79
 80
 81
 82
 83
 84
 85
 86
 87
 88
 89
 90
 91
 92
 93
 94
 95
 96
 97
 98
 99
 100
 101
 102
 103
 104
 105
 106
 107
 108
 109
 110
 111
 112
 113
 114
 115
 116
 117
 118
 119
 120
 121
 122
 123
 124
 125
 126
 127
 128
 129
 130
 131
 132
 133
 134
 135
 136
 137
 138
 139
 140
 141
 142
 143
 144
 145
 146
 147
 148
 149
 150
 151
 152
 153
 154
 155
 156
 157
 158
 159
 160
 161
 162
 163
 164
 165
 166
 167
 168
 169
 170
 171
 172
 173
 174
 175
 176
 177
 178
 179
 180
 181
 182
 183
 184
 185
 186
 187
 188
 189
 190
 191
 192
 193
 194
 195
 196
 197
 198
 199
 200
 201
 202
 203
 204
 205
 206
 207
 208
 209
 210
 211
 212
 213
 214
 215
 216
 217
 218
 219
 220
 221
 222
 223
 224
 225
 226
 227
 228
 229
 230
 231
 232
 233
 234
 235
 236
 237
 238
 239
 240
 241
 242
 243
 244
 245
 246
 247
 248
 249
 250
 251
 252
 253
 254
 255
 256
 257
 258
 259
 260
 261
 262
 263
 264
 265
 266
 267
 268
 269
 270
 271
 272
 273
 274
 275
 276
 277
 278
 279
 280
 281
 282
 283
 284
 285
 286
 287
 288
 289
 290
 291
 292
 293
 294
 295
 296
 297
 298
 299
 300
 301
 302
 303
 304
 305
 306
 307
 308
 309
 310
 311
 312
 313
 314
 315
 316
 317
 318
 319
 320
 321
 322
 323
 324
 325
 326
 327
 328
 329
 330
 331
 332
 333
 334
 335
 336
 337
 338
 339
 340
 341
 342
 343
 344
 345
 346
 347
 348
 349
 350
 351
 352
 353
 354
 355
 356
 357
 358
 359
 360
 361
 362
 363
 364
 365
 366
 367
 368
 369
 370
 371
 372
 373
 374
 375
 376
 377
 378
 379
 380
 381
 382
 383
 384
 385
 386
 387
 388
 389
 390
 391
 392
 393
 394
 395
 396
 397
 398
 399
 400
 401
 402
 403
 404
 405
 406
 407
 408
 409
 410
 411
 412
 413
 414
 415
 416
 417
 418
 419
 420
 421
 422
 423
 424
 425
 426
 427
 428
 429
 430
 431
 432
 433
 434
 435
 436
 437
 438
 439
 440
 441
 442
 443
 444
 445
 446
 447
 448
 449
 450
 451
 452
 453
 454
 455
 456
 457
 458
 459
 460
 461
 462
 463
 464
 465
 466
 467
 468
 469
 470
 471
 472
 473
 474
 475
 476
 477
 478
 479
 480
 481
 482
 483
 484
 485
 486
 487
 488
 489
 490
 491
 492
 493
 494
 495
 496
 497
 498
 499
 500
 501
 502
 503
 504
 505
 506
 507
 508
 509
 510
 511
 512
 513
 514
 515
 516
 517
 518
 519
 520
 521
 522
 523
 524
 525
 526
 527
 528
 529
 530
 531
 532
 533
 534
 535
 536
 537
 538
 539
 540
 541
 542
 543
 544
 545
 546
 547
 548
 549
 550
 551
 552
 553
 554
 555
 556
 557
 558
 559
 560
 561
 562
 563
 564
 565
 566
 567
 568
 569
 570
 571
 572
 573
 574
 575
 576
 577
 578
 579
 580
 581
 582
 583
 584
 585
 586
 587
 588
 589
 590
 591
 592
 593
 594
 595
 596
 597
 598
 599
 600
 601
 602
 603
 604
 605
 606
 607
 608
 609
 610
 611
 612
 613
 614
 615
 616
 617
 618
 619
 620
 621
 622
 623
 624
 625
 626
 627
 628
 629
 630
 631
 632
 633
 634
 635
 636
 637
 638
 639
 640
 641
 642
 643
 644
 645
 646
 647
 648
 649
 650
 651
 652
 653
 654
 655
 656
 657
 658
 659
 660
 661
 662
 663
 664
 665
 666
 667
 668
 669
 670
 671
 672
 673
 674
 675
 676
 677
 678
 679
 680
 681
 682
 683
 684
 685
 686
 687
 688
 689
 690
 691
 692
 693
 694
 695
 696
 697
 698
 699
 700
 701
 702
 703
 704
 705
 706
 707
 708
 709
 710
 711
 712
 713
 714
 715
 716
 717
 718
 719
 720
 721
 722
 723
 724
 725
 726
 727
 728
 729
 730
 731
 732
 733
 734
 735
 736
 737
 738
 739
 740
 741
 742
 743
 744
 745
 746
 747
 748
 749
 750
 751
 752
 753
 754
 755
 756
 757
 758
 759
 760
 761
 762
 763
 764
 765
 766
 767
 768
 769
 770
 771
 772
 773
 774
 775
 776
 777
 778
 779
 780
 781
 782
 783
 784
 785
 786
 787
 788
 789
 790
 791
 792
 793
 794
 795
 796
 797
 798
 799
 800
 801
 802
 803
 804
 805
 806
 807
 808
 809
 810
 811
 812
 813
 814
 815
 816
 817
 818
 819
 820
 821
 822
 823
 824
 825
 826
 827
 828
 829
 830
 831
 832
 833
 834
 835
 836
 837
 838
 839
 840
 841
 842
 843
 844
 845
 846
 847
 848
 849
 850
 851
 852
 853
 854
 855
 856
 857
 858
 859
 860
 861
 862
 863
 864
 865
 866
 867
 868
 869
 870
 871
 872
 873
 874
 875
 876
 877
 878
 879
 880
 881
 882
 883
 884
 885
 886
 887
 888
 889
 890
 891
 892
 893
 894
 895
 896
 897
 898
 899
 900
 901
 902
 903
 904
 905
 906
 907
 908
 909
 910
 911
 912
 913
 914
 915
 916
 917
 918
 919
 920
 921
 922
 923
 924
 925
 926
 927
 928
 929
 930
 931
 932
 933
 934
 935
 936
 937
 938
 939
 940
 941
 942
 943
 944
 945
 946
 947
 948
 949
 950
 951
 952
 953
 954
 955
 956
 957
 958
 959
 960
 961
 962
 963
 964
 965
 966
 967
 968
 969
 970
 971
 972
 973
 974
 975
 976
 977
 978
 979
 980
 981
 982
 983
 984
 985
 986
 987
 988
 989
 990
 991
 992
 993
 994
 995
 996
 997
 998
 999
 1000

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載の圧力センサにおいて、
 前記検出デバイスは、測定対象からの圧力を受ける受圧部となる前記ダイアフラムと反
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30
 31
 32
 33
 34
 35
 36
 37
 38
 39
 40
 41
 42
 43
 44
 45
 46
 47
 48
 49
 50
 51
 52
 53
 54
 55
 56
 57
 58
 59
 60
 61
 62
 63
 64
 65
 66
 67
 68
 69
 70
 71
 72
 73
 74
 75
 76
 77
 78
 79
 80
 81
 82
 83
 84
 85
 86
 87
 88
 89
 90
 91
 92
 93
 94
 95
 96
 97
 98
 99
 100
 101
 102
 103
 104
 105
 106
 107
 108
 109
 110
 111
 112
 113
 114
 115
 116
 117
 118
 119
 120
 121
 122
 123
 124
 125
 126
 127
 128
 129
 130
 131
 132
 133
 134
 135
 136
 137
 138
 139
 140
 141
 142
 143
 144
 145
 146
 147
 148
 149
 150
 151
 152
 153
 154
 155
 156
 157
 158
 159
 160
 161
 162
 163
 164
 165
 166
 167
 168
 169
 170
 171
 172
 173
 174
 175
 176
 177
 178
 179
 180
 181
 182
 183
 184
 185
 186
 187
 188
 189
 190
 191
 192
 193
 194
 195
 196
 197
 198
 199
 200
 201
 202
 203
 204
 205
 206
 207
 208
 209
 210
 211
 212
 213
 214
 215
 216
 217
 218
 219
 220
 221
 222
 223
 224
 225
 226
 227
 228
 229
 230
 231
 232
 233
 234
 235
 236
 237
 238
 239
 240
 241
 242
 243
 244
 245
 246
 247
 248
 249
 250
 251
 252
 253
 254
 255
 256
 257
 258
 259
 260
 261
 262
 263
 264
 265
 266
 267
 268
 269
 270
 271
 272
 273
 274
 275
 276
 277
 278
 279
 280
 281
 282
 283
 284
 285
 286
 287
 288
 289
 290
 291
 292
 293
 294
 295
 296
 297
 298
 299
 300
 301
 302
 303
 304
 305
 306
 307
 308
 309
 310
 311
 312
 313
 314
 315
 316
 317
 318
 319
 320
 321
 322
 323
 324
 325
 326
 327
 328
 329
 330
 331
 332
 333
 334
 335
 336
 337
 338
 339
 340
 341
 342
 343
 344
 345
 346
 347
 348
 349
 350
 351
 352
 353
 354
 355
 356
 357
 358
 359
 360
 361
 362
 363
 364
 365
 366
 367
 368
 369
 370
 371
 372
 373
 374
 375
 376
 377
 378
 379
 380
 381
 382
 383
 384
 385
 386
 387
 388
 389
 390
 391
 392
 393
 394
 395
 396
 397
 398
 399
 400
 401
 402
 403
 404
 405
 406
 407
 408
 409
 410
 411
 412
 413
 414
 415
 416
 417
 418
 419
 420
 421
 422
 423
 424
 425
 426
 427
 428
 429
 430
 431
 432
 433
 434
 435
 436
 437
 438
 439
 440
 441
 442
 443
 444
 445
 446
 447
 448
 449
 450
 451
 452
 453
 454
 455
 456
 457
 458
 459
 460
 461
 462
 463
 464
 465
 466
 467
 468
 469
 470
 471
 472
 473
 474
 475
 476
 477
 478
 479
 480
 481
 482
 483
 484
 485
 486
 487
 488
 489
 490
 491
 492
 493
 494
 495
 496
 497
 498
 499
 500
 501
 502
 503
 504
 505
 506
 507
 508
 509
 510
 511
 512
 513
 514
 515
 516
 517
 518
 519
 520
 521

2の上に副生成物321が堆積する。

【0006】

例えば、ゲート絶縁膜などの形成に用いられている原子層堆積法(ALD)は、特性上、原料ガスに曝される様々な箇所に副生成物が堆積する。このような副生成物の堆積を防止するために、例えば成膜動作時などにおいて、副生成物が堆積しやすい成膜装置の各部分を例えば200程度に加熱している。

【0007】

例えば、圧力センサ側では、検出デバイスを加熱して副生成物の堆積を抑制している。また、成膜装置側では、圧力センサのダイアフラムに圧力を導入するための配管部にヒータを設けて同様に加熱している。

10

【0008】

ところで、圧力センサは温度変化に対しても感度(温度特性)を持っている(非特許文献1参照)。このため通常は、圧力センサを組み立てた後に温度特性を評価し、温度変化の影響が小さくなるように、検出デバイスを加熱する温度に基づいて圧力センサの出力を補正する計測回路を調整して出荷している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2006-003234号公報

【特許文献2】特開2014-109484号公報

20

【非特許文献】

【0010】

【非特許文献1】市田 俊司 他、「SPS300インテリジェント圧力センサーの開発」、Savemation Review、vol.9、no.1、pp.8-14、1991年。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、検出デバイスを加熱する温度に基づいて圧力センサの出力を補正しても、出力される測定値にずれが生じる場合が確認された。これは、何らかの影響で配管部からの熱の伝わりに変化が生じ、検出デバイスの実際の温度が、検出デバイスを加熱するためのヒータを制御するための測定温度と異なるためと推定される。

30

【0012】

検出デバイスを加熱する温度制御においては、検出デバイス付近の温度を測定し、測定した温度によりヒータに流れる電流を制御する、フィードバック制御をしている。このように制御している温度値に基づいて、圧力センサの出力を補正する。

【0013】

ここで、配管部を伝導する熱が変化すると、検出デバイスの温度は直ちに变化する。一方、フィードバック制御のために測定している検出デバイス付近の温度は、上記熱の変化より遅れて变化する。このため、ダイアフラムに圧力を導入するための配管部から熱の伝導が変化すると、制御のために測定している温度が変化に追従しない。この状態では、検出デバイスの実際の温度とは異なる温度により、圧力センサの出力が補正されることになり、この結果、上述した測定値のずれが発生するものと考えられる。このように、圧力センサから出力される測定値のずれは、測定対象の圧力を導入するための配管から圧力センサの検出デバイスに伝わる熱の変動が原因と考えられる。

40

【0014】

本発明は、以上のような問題点を解消するためになされたものであり、測定対象の圧力を導入するための配管から圧力センサの検出デバイスに伝わる熱の変動が検出できるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

50

本発明に係る圧力センサは、測定対象からの圧力を受けて変位するダイヤフラムを備え、ダイヤフラムの変位を他の物理量の変化に変換する検出デバイスと、ダイヤフラムの変位による上記他の物理量の変化を圧力値に変換して出力するように構成された圧力値出力部と、検出デバイスを収容する内側容器と、内側容器を収容する外側容器と、内側容器に接続され内側容器の内部に測定対象の圧力を導入するための圧力導入管と、内側容器の内部に設けられ、内側容器の内部空間を圧力導入管を介して測定対象の圧力が導入される圧力検出側の空間と、圧力検出側の空間と反対側の空間で検出デバイスが配置される素子配置側の空間とに分離するとともに、素子配置側の面に検出デバイスが接合され、圧力検出側の圧力を検出デバイスのダイヤフラムに導く圧力導入孔を有する隔壁と、内側容器の素子配置側の外側壁面に設けられた第1温度測定機構と、外側容器の外側に壁面に設置されて外側容器の内部を加熱するための加熱機構と、加熱機構の動作を制御して、第1温度測定機構で測定される第1温度値を設定温度に近づけるように構成された温度制御部と、加熱機構の温度を測定する第2温度測定機構と、第1温度測定機構が測定した第1温度値と第2温度測定機構が測定した第2温度値との温度差を求めるように構成された温度差算出部と、温度差算出部が算出した温度差が設定範囲を外れた場合に警報を発令するように構成された警報出力部とを備える。

10

【0016】

上記圧力センサにおいて、検出デバイスは、ダイヤフラムと離間してダイヤフラムを支持する基台と、ダイヤフラムに設けられた第1の電極と、基台に設けられ第1の電極と向いあう第2の電極とを有し、圧力値出力部は、ダイヤフラムの変位による第1の電極と第2の電極との間の容量変化を圧力値に変換して出力する。

20

【0017】

上記圧力センサにおいて、ダイヤフラムは、測定対象からの圧力を受ける受圧部と反対側に真空とされた容量室を備える。

【発明の効果】**【0018】**

以上説明したことにより、本発明によれば、測定対象の圧力を導入するための配管（圧力導入管）から圧力センサの検出デバイスに伝わる熱の変動が検出できるという優れた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

30

【0019】

【図1】図1は、発明の実施の形態における圧力センサの構成を示す構成図である。

【図2】図2は、本発明の実施の形態における圧力センサの構成を模式的に示す断面図である。

【図3】図3は、圧力導入管204の温度変化に対する、第1温度測定機構103および第2温度測定機構106の測定結果を示す特性図である。

【図4】図4は、圧力導入管204の温度変化に対する、温度差算出部107による温度差の測定結果を示す特性図である。

【図5】図5は、実施の形態における圧力センサの温度変化によるゼロ点変動を説明するための特性図である。

40

【図6】図6は、隔膜真空計の検出デバイスの一部構成を一部破断して示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】**【0020】**

以下、本発明の実施の形態について図1, 2を参照して説明する。図1は、本発明の実施の形態における圧力センサの構成を示す構成図である。また、図2は、本発明の実施の形態における圧力センサの構成を模式的に示す断面図である。

【0021】

この圧力センサは、検出デバイス（センサチップ）101、圧力値出力部102、第1温度測定機構103、ヒータ（加熱機構）104、温度制御部105、第2温度測定機構

50

106、温度差算出部107、警報出力部108を備える。また、記憶部109、補正部110を備える。

【0022】

実施の形態において、センサチップ101は、よく知られた静電容量式であり、基台111、ダイアフラム112、可動電極（第1の電極）114、固定電極（第2の電極）115を備える。センサチップ101は、ダイアフラム112の変位を他の物理量（容量）の変化に変換する。

【0023】

基台111およびダイアフラム112は、例えば、サファイアやアルミナセラミックなどの耐熱耐食性を有する絶縁体から構成されている。また、受圧部となるダイアフラム112は、平面視中央に凹部を有する基台111の支持部111aによって支持されている。ダイアフラム112は、支持部111aの内側の可動領域112aにおいて、基台111の方向に変位可能とされている。可動領域112aは、例えば、平面視円形とされている。

【0024】

可動領域112aにおけるダイアフラム112と基台111との間は、容量室113とされている。容量室113はいわゆる真空とされ、基準真空室となる。この場合、実施の形態における圧力センサは、大気圧より減圧される環境における圧力（真空度）を測定する真空計である。

【0025】

また、可動電極114は、容量室113の内部でダイアフラム112の可動領域112aに形成されている。また、固定電極115は、可動電極114と、容量室113の内部で基台111の上に可動電極114に向かい合って形成されている。なお、センサチップ101は、可動参照電極116および固定参照電極117を備える。可動参照電極116は、容量室113の内部でダイアフラム112の可動領域112aにおいて可動電極114の周囲に形成されている。固定参照電極117は、容量室113の内部で固定電極115の周囲の基台111の上に形成されている。可動参照電極116と固定参照電極117とは向かい合っている。

【0026】

圧力値出力部102は、ダイアフラム112の変位による上記他の物理量の変化を圧力値に変換して出力する。例えば、圧力値出力部102は、ダイアフラム112の変位による容量変化を、設定されているセンサ感度を用いて圧力値に変換して出力する。

【0027】

記憶部109は、センサチップ101の所定の温度範囲における温度変化に対する圧力値の変化を示す温度特性を記憶する。例えば、センサチップ101が設定温度100で使用される場合、温度90～110における圧力値の温度特性が記憶部109に記憶されている。補正部110は、第1温度測定機構103で測定されているセンサチップ101の温度に基づいて、記憶部109に記憶されている温度特性で圧力値出力部102が出力する圧力値を補正する。

【0028】

また、圧力センサは、センサチップ101を収容する内側容器201と、内側容器201を収容する外側容器202とを備える。内側容器201および外側容器202は、例えば、円筒状に形成されている。内側容器201の内部には、隔壁203が設けられている。隔壁203は、内側容器201の内部空間を圧力検出側201aとセンサチップ101が配置される素子配置側201bとに分離する。また、隔壁203の素子配置側201bに、センサチップ101が固定（接合）されて支持されている。

【0029】

隔壁203は、台座板203aと支持隔壁203bとから構成されている。台座板203aは、センサチップ101が固定される。支持隔壁203bは、台座板203aを、内側容器201の内部側面に支持する。また、隔壁203の台座板203aには、圧力検出

10

20

30

40

50

側 201 a の圧力をセンサチップ 101 のダイヤフラムに導く圧力導入孔 203 c が形成されている。

【0030】

また、内側容器 201 には、圧力導入管 204 が接続されている。圧力導入管 204 により、内側容器 201 の圧力検出側 201 a と、圧力測定対象となる装置内部とが連通する。圧力導入管 204 により、内側容器 201 の圧力検出側 201 a に測定対象の圧力が導入される。圧力導入管 204 の内側開口端と圧力導入孔 203 c との間には、パッフル板 205 が設けられている。パッフル板 205 により、圧力導入管 204 より導入される流体を、センサチップ 101 に直接到達させずに迂回させている。

【0031】

ここで、第 1 温度測定機構 103 は、内側容器 201 の素子配置側 201 b の温度を測定する。第 1 温度測定機構 103 は、内側容器 201 の素子配置側 201 b の外側壁面に設けられている。第 1 温度測定機構 103 により、内側容器 201 の温度を測定することで、センサチップ 101 の温度としている。

【0032】

また、ヒータ（電熱器）104 は、外側容器 202 の外側に壁面に設置されている。例えば、円筒状とされている外側容器 202 の外周面を取り巻くように、ヒータ 104 が設置されている。ヒータ 104 により外側容器 202 の内部を加熱する。

【0033】

上述したように、外側容器 202 に配置されているヒータ 104 の外側周面に、第 2 温度測定機構 106 が接して設けられている。第 2 温度測定機構 106 は、ヒータ 104 の温度を測定する。例えば、第 2 温度測定機構 106 は、過昇温防止など、ヒータ 104 の動作を監視するために設けられている。なお、ヒータ 104 が設置されている外側容器 202 は、断熱部材 206 により覆われている。

【0034】

上述したように隔壁 203 により隔てられている内側容器 201 の圧力検出側 201 a は、例えば、測定対象の流体が導入される側である。これに対し、素子配置側 201 b は、いわゆる真空状態とされている。

【0035】

ここで、センサチップ 101 の容量室 113 は、真空状態に気密とされていることが理想的である。しかしながら、小型なセンサチップ 101 の容量室 113 を、真空状態に気密として製造することは容易ではない。このため、センサチップ 101 には、容量室 113 と外部とを連通する連通口が設けられている。圧力センサの製造過程で、センサチップ 101 を設置した素子配置側 201 b を真空排気することで、容量室 113 を真空状態とする。

【0036】

上述したように構成されている外側容器 202 をヒータ 104 により加熱すると、この熱は、大気圧とされている外側容器 202 の内部の空気層を伝導し、内側容器 201 を加熱する。ここで、内側容器 201 にヒータを設けて直接加熱することも考えられる。しかしながら、直接加熱した場合、内側容器 201 の全体を均一に加熱することが容易ではない。これは、実際に作製した上で確認している。これに対し、実施の形態では、外側容器 202 を設け、内側容器 201 との間に気体（空気）の層を設けている。この状態で外側容器 202 を加熱することで、内側容器 201 の全体を均一に加熱することが可能となる。

【0037】

このようにして加熱された内側容器 201 では、圧力検出側 201 a における副生成物の堆積が低減される。また、加熱された内側容器 201 の内部では、素子配置側 201 b に配置されているセンサチップ 101 も、加熱されることになる。加熱されたセンサチップ 101 においては、ダイヤフラム 112 に対する副生成物の堆積が低減される。

【0038】

10

20

30

40

50

素子配置側 201b の内側容器 201 外側の側面に設置されている第 1 温度測定機構 103 は、内側容器 201 の内部温度を測定する。このようにして第 1 温度測定機構 103 で測定されている第 1 温度値を元に、温度制御部 105 は、ヒータ 104 の動作を制御してセンサチップ 101 が設定温度に加熱されるようにする。

【0039】

上述した構成において、本発明の実施の形態では、温度差算出部 107 により、第 1 温度測定機構 103 が測定した第 1 温度値と第 2 温度測定機構 106 が測定した第 2 温度値との温度差を求めるとした。また、警報出力部 108 により、温度差算出部 107 が算出した温度差が設定範囲を外れた場合に、圧力導入管 204 に伝わる熱に変動が生じたことを示す警報を発令するようにした。

10

【0040】

本発明では、温度差算出部 107 が算出した温度差が設定範囲を外れた状態を、センサチップ 101 に外部より伝わる熱に変動が発生しているものと判断するようにした。例えば、温度差算出部 107 が算出した温度差が、設定範囲より大きくなった場合、圧力導入管 204 からの熱の伝わりが小さくなったこと推定できる。また、一方、温度差算出部 107 が算出した温度差が、設定範囲より小さくなった場合は、圧力導入管 204 からの熱の伝わりが大きくなったことが推定できる。

【0041】

上述したような熱伝導の変化により、圧力検出側 201a の領域の温度分布がわずかに変化し、センサチップ 101 が持つ温度特性により圧力値出力部 102 の出力が変化する。この温度変化に第 1 温度測定機構 103 の温度測定結果が追従しない場合、補正部 110 による補正が追従せず、出力される測定値に影響を及ぼす。

20

【0042】

ここで、圧力導入管 204 の温度を変化させて、第 1 温度測定機構 103 および第 2 温度測定機構 106 で測温する実験を実施した。この実験では、圧力導入管 204 の温度を変化させるとともに、ゼロ点の変化を確認した。

【0043】

実験では、測定のレンジが 10 Pa の圧力センサ（真空計）を用いた。ヒータ 104 を用いた自己加熱温度は 150 に設定した。従って、圧力センサにおいては、温度制御部 105 が、第 1 温度測定機構 103 による温度測定結果をもとにしたフィードバック制御で、センサチップ 101 が 150 となるようにヒータ 104 を制御する。

30

【0044】

また、成膜装置においては、配管部に設けられているヒータを使用し、圧力導入管 204 の付近を所定の温度に加熱する。配管部は、主にメインチャンパーから引き出されており、この配管部に、圧力導入管 204 が接続されている。配管部の内部の圧力（真空度）が、圧力センサのセンサチップ 101 で検出される。上述した配管部ヒータを用いた圧力導入管 204 の加熱状態を、圧力導入管 204 の温度およびセンサチップ 101 におけるセンサ特性が安定するまで所定時間維持した。

【0045】

状態が安定した後、圧力センサのゼロ点調整を実施した。引き続き、圧力導入管 204 の温度を段階的に下げ、最終的には配管部ヒータの動作を停止した。このように圧力導入管 204 の温度を段階的に変化（低下）させる過程で、第 1 温度測定機構 103 および第 2 温度測定機構 106 による測温を実施した。また、上述した温度変化の過程で、温度センサのゼロ点変動を確認した。なお、配管部ヒータの動作を停止した状態では、圧力導入管 204 の温度は約 60 であった。

40

【0046】

実験の結果、圧力導入管 204 の温度が変化すると、図 3 の黒丸で示すように、第 1 温度測定機構 103 による測定結果は、配管部の温度変化と一致した。一方、図 3 の黒四角に示すように、第 2 温度測定機構 106 の温度測定結果は、配管部の温度変化とは一致しない。また、図 4 に示すように、温度差算出部 107 による温度差の測定結果は、150

50

- 60 で、約 2.2 から約 6.3 に拡大した。また、図 5 に示すように、上述した温度変化によるゼロ点変動（シフト）は、約 0.25% F.S. であった。温度差が拡大すると、ゼロ点が正の側に変動した。

【0047】

上述した結果より、圧力導入管 204 の温度が変動することにより、ゼロ点変動することが分かる。圧力導入管 204 の温度が変動しても、圧力センサはセンサチップ 101 の温度を設定されている自己加熱温度に制御するため、第 1 温度測定機構 103 の温度測定値は、変動しない。一方、第 2 温度測定機構 106 の温度測定結果は、圧力導入管 204 の温度の変化が反映される。従って、温度差算出部 107 により求められている温度差には、圧力導入管 204 における温度変動が反映されていることになる。

10

【0048】

上述したように、圧力導入管 204 の温度が変動すると、ゼロ点変動を引き起こしている。従って、圧力導入管 204 の温度の変動は、圧力センサから出力される測定値にずれが生じさせることとなる。これに対し、測定値のずれを発生させる温度変動は、温度差算出部 107 により求められている温度差に映されているので、温度差をもとに測定値にずれが発生している状態が判断可能である。

【0049】

以上に説明したように、本発明では、自己加熱の制御用の温度を測定する第 1 温度測定機構の測定結果と、自己加熱用の加熱機構に接して設けられた加熱機構の温度を測定する第 2 温度測定機構の測定結果との差により、圧力導入管への熱伝導に変動が生じたものと判断する。この結果、本発明によれば、圧力導入管などの配管から圧力センサの検出デバイスに伝わる熱の変動が検出できるようになる。

20

【0050】

なお、本発明は以上に説明した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想内で、当分野において通常の知識を有する者により、多くの変形および組み合わせが実施可能であることは明白である。例えば、上述では、静電容量式の隔膜真空計を例に説明したが、これに限るものではない、ダイヤフラムの変位をピエゾ抵抗の変化として検出するピエゾ抵抗式の圧力センサであっても同様である。

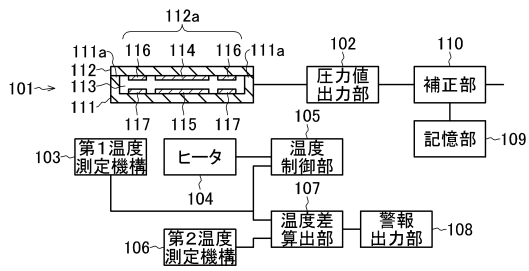
【符号の説明】

【0051】

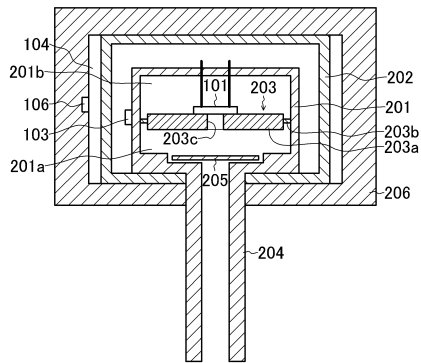
101...センサチップ（検出デバイス）、102...圧力値出力部、103...第 1 温度測定機構、104...ヒータ（加熱機構）、105...温度制御部、106...第 2 温度測定機構、107...温度差算出部、108...警報出力部、109...記憶部、110...補正部、111...基台、111a...支持部、112...ダイヤフラム、112a...可動領域、113...容量室、114...可動電極（第 1 の電極）、115...固定電極（第 2 の電極）、116...可動参照電極、117...固定参照電極、201...内側容器、201a...圧力検出側、201b...素子配置側、202...外側容器、203...隔壁、203a...台座板、203b...支持隔壁、203c...圧力導入孔、204...圧力導入管、205...パッフル板、206...断熱部材。

30

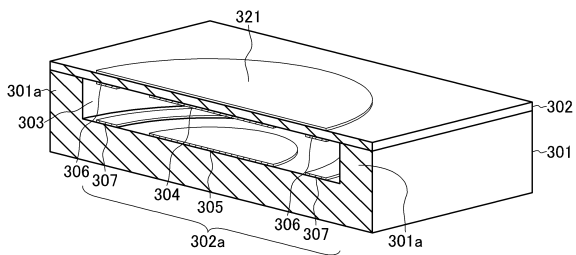
【図1】



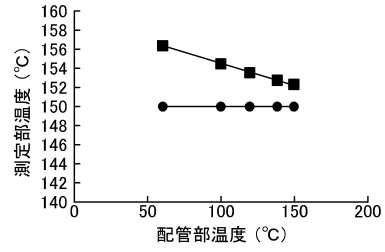
【図2】



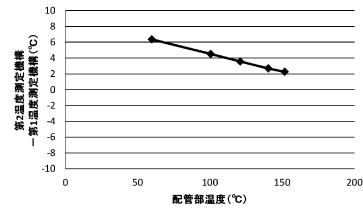
【図6】



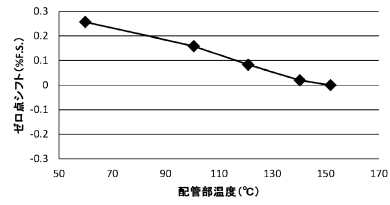
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 添田 将
東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 アズビル株式会社内
- (72)発明者 栃木 偉伸
東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 アズビル株式会社内

審査官 公文代 康祐

- (56)参考文献 特開2009-133838(JP,A)
特開2011-089773(JP,A)
特開2009-210482(JP,A)
特開2015-068738(JP,A)
米国特許出願公開第2016/0084723(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------------|
| G01L | 7/00-23/32 |
| G01L | 27/00-27/02 |