

専攻	システム情報	学籍番号	927950	指導教官氏名	石田 誠
申請者氏名	李 榮泰				吉田 明

論 文 要 旨

論文題目	SOI (Silicon-on-Insulator) 構造を用いた高性能機械量センサに関する研究
------	--

(要旨 和文 1,200 字程度)

(1)

シリコン機械量センサは高感度、小型、軽量で、また、信号処理回路を含め 1 つのチップに集積化できることから、広い範囲で応用されている。しかし、従来のセンサでは薄膜シリコンダイヤフラムやビームの膜厚制御が難しいために、センサの再現性および量産性に問題点があった。また、 piezo 抵抗の本質的な温度依存性のため高温 (300℃以上) での使用が困難であり、感度およびオフセットの温度ドリフトなどの点でも問題があった。本研究では、これらの問題点を解決する方法として SOI (Silicon-on-Insulator) 構造とシリコンのマイクロマシニング技術を用いた高性能の圧力センサおよび加速度センサの開発を目的とする。以下に、本論文の概略を示す。

(1) エピタキシャル法によって製作されたダブル SOI 構造 (Si // γ -Al₂O₃ // Si // γ -Al₂O₃ // Si-substrate) を用いて高温用圧力センサを試作した。

ダイヤフラムの厚さを正確に制御するために一層目の Al₂O₃ 膜をエッチングストッパとして用いた。二層目の Al₂O₃ 膜は piezo 抵抗の誘電体分離層として用い、高温でのリーク電流を減らすことにより高温用の圧力センサを実現した。その感度の温度ドリフトは 20℃ ~ 300℃ の温度範囲において 2.7% 以下であった。

(2) ピエゾ抵抗型圧力センサは、抵抗特性のバラツキや材料間の熱膨張係数の違いのためにオフセットが発生し易く、また、そのオフセットが温度依存性を持つために問題となっている。本研究ではオフセット及びその温度ドリフトを補償するために、圧力検出用ブリッジの近くにもう1つの補償用ブリッジを配置した。2つのブリッジの出力信号を差分演算することで、オフセットを補償することができる。本補償方法を用いることで、5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995

(3) 加速度センサは加速度がベクトル量であることから、検出方向以外の加速度による感度（他軸感度）が現れる。この他軸感度を補償するために、8個のピエゾ抵抗をビーム上に配置し、他軸からの加速度に対して自己補償されるようにした。FEMシミュレーションの結果から、ピエゾ抵抗のバラツキがない理想的な場合には、他軸感度をほぼ100%補償することができた。また、1つの抵抗を2つに分けて使用することにより、感度を17%ほど増加させることができた。加速度センサの試作プロセスでは、SOI構造の絶縁膜をエッチングストップパに用いる技術とRIE(Reactive Ion Etching)を用いたダイヤフラム貫通エッチング技術を組み合わせて、複雑で難しい加速度センサの試作プロセスを簡略化して、再現性を向上させることができた。

以上、SOI構造を機械量センサに適用して高性能化を実現した。