



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115039340 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 09

(21) 申请号 202180012374.3

(22) 申请日 2021.02.16

(30) 优先权数据

2020-024257 2020.02.17 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.08.02

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/005611 2021.02.16

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/166875 JA 2021.08.26

(71) 申请人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

(72) 发明人 大门克也

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

专利代理师 朴云龙

(51) Int.Cl.

H03H 9/25 (2006.01)

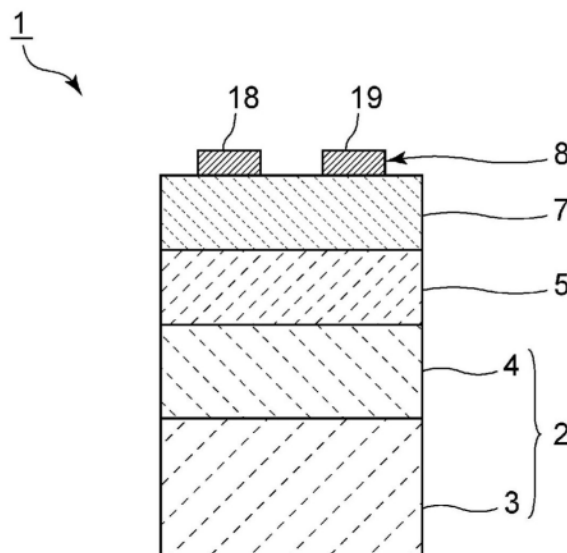
权利要求书20页 说明书30页 附图21页

(54) 发明名称

弹性波装置

(57) 摘要

本发明提供一种能够在宽频带中抑制高阶模的弹性波装置。弹性波装置(1)具备支承基板(2)、压电膜(7)和IDT电极(8)。在将由IDT电极(8)的电极指间距规定的波长设为λ时,压电膜(7)的厚度为1λ以下。压电膜(7)为钽酸锂膜或者铌酸锂膜。压电膜(7)具有晶轴[X_p,Y_p,Z_p]。支承基板(2)具有第1硅层(3)、第2硅层(4)。第1硅层(3)、第2硅层(4)的面方位为(100)、(110)以及(111)中的任一个。在将基于第1硅层(3)、第2硅层(4)的面方位以及压电膜的晶轴的关系规定的角度设为角度α1、α2时,角度α1以及角度α2为角度α₁₀₀、角度α₁₁₀以及角度α₁₁₁这3种角度中的任一个。在角度α1以及角度α2中,种类以及值中的至少一者不同。



1. 一种弹性波装置,具备:
 - 支承基板;
 - 压电膜,直接或者间接地设置在所述支承基板上;以及
 - IDT电极,设置在所述压电膜上,
 - 在将由所述IDT电极的电极指间距规定的波长设为 λ 时,所述压电膜的厚度为 1λ 以下,
 - 所述压电膜为钽酸锂膜或者铌酸锂膜,
 - 所述压电膜具有晶轴 $[X_p, Y_p, Z_p]$,
 - 所述支承基板具有第1硅层和层叠在所述第1硅层上的第2硅层,在所述支承基板中,与所述第1硅层相比,所述第2硅层位于更靠所述压电膜侧,
 - 所述第1硅层以及所述第2硅层的面方位分别为(100)、(110)以及(111)中的任一个,
 - 在面方位为(111)的硅层中,将所述 Z_p 轴投影到该硅层的(111)面的方向向量设为 k_{111} ,所述方向向量 k_{111} 和构成该硅层的硅的 $[11-2]$ 方向所成的角度为角度 α_{111} ,
 - 在面方位为(110)的硅层中,将所述 Z_p 轴投影到该硅层的(110)面的方向向量设为 k_{110} ,所述方向向量 k_{110} 和构成该硅层的硅的 $[001]$ 方向所成的角度为角度 α_{110} ,
 - 在面方位为(100)的硅层中,将所述 Z_p 轴投影到该硅层的(100)面的方向向量设为 k_{100} ,所述方向向量 k_{100} 和构成该硅层的硅的 $[001]$ 方向所成的角度为角度 α_{100} ,
 - 将基于所述第1硅层的面方位以及所述压电膜的晶轴的关系规定的角度设为角度 α_1 ,将基于所述第2硅层的面方位以及所述压电膜的晶轴的关系规定的角度设为角度 α_2 ,此时,所述角度 α_1 以及所述角度 α_2 为所述角度 α_{100} 、所述角度 α_{110} 以及所述角度 α_{111} 这3种角度中的任一个,
 - 在所述角度 α_1 以及所述角度 α_2 中,种类以及值中的至少一者不同。
2. 根据权利要求1所述的弹性波装置,其中,
 - 还具备:第1中间层,设置在所述支承基板与所述压电膜之间。
3. 根据权利要求2所述的弹性波装置,其中,
 - 还具备:第2中间层,设置在所述第1中间层与所述压电膜之间。
4. 根据权利要求1~3中的任一项所述的弹性波装置,其中,
 - 所述角度 α_1 的种类和所述角度 α_2 的种类相同,所述角度 α_1 的值和所述角度 α_2 的值不同。
5. 根据权利要求1~3中的任一项所述的弹性波装置,其中,
 - 所述角度 α_1 的种类和所述角度 α_2 的种类不同。
6. 根据权利要求2所述的弹性波装置,其中,
 - 所述第1中间层为氧化硅膜,
 - 所述压电膜为钽酸锂膜,
 - 在所述第1中间层上直接设置有所述压电膜,
 - 所述第1硅层的面方位为(100),所述第2硅层的面方位为(100),
 - 所述角度 α_1 为所述角度 α_{100} ,所述角度 α_2 为所述角度 α_{100} ,
 - 在将 n 设为整数,即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时,所述角度 α_1 的值为 $\alpha_1 = \alpha_{100} + 90 \times n$,在将 m 设为整数,即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时,所述角度 α_2 的值为 $\alpha_2 = \alpha_{100} + 90 \times m$,
 - 所述 α_{100} 以及所述 α_{200} 为表1所示的任一个组合,

[表1]

条件	$\alpha_{1_{100}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{100}}(^{\circ})$
1	20 ± 2.5	0 ± 2.5
2	20 ± 2.5	5 ± 2.5
3	20 ± 2.5	10 ± 2.5
4	20 ± 2.5	15 ± 2.5

7. 根据权利要求2所述的弹性波装置, 其中,
 所述第1中间层为氧化硅膜,
 所述压电膜为钽酸锂膜,
 在所述第1中间层上直接设置有所述压电膜,
 所述第1硅层的面方位为(100), 所述第2硅层的面方位为(110),
 所述角度 α_1 为所述角度 $\alpha_{1_{100}}$, 所述角度 α_2 为所述角度 $\alpha_{1_{10}}$,
 在将 n 设为整数, 即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时, 所述角度 α_1 的值为 $\alpha_1 = \alpha_{1_{100}} + 90 \times n$, 在将 m 设为
 整数, 即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时, 所述角度 α_2 的值为 $\alpha_2 = \alpha_{2_{110}} + 180 \times m$,
 所述 $\alpha_{1_{100}}$ 以及所述 $\alpha_{2_{110}}$ 为表2所示的任一个组合,

[表2]

条件	$\alpha_{1_{100}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{110}}(^{\circ})$
1	20 ± 2.5	80 ± 5
2	20 ± 2.5	90 ± 5

8. 根据权利要求2所述的弹性波装置, 其中,
 所述第1中间层为氧化硅膜,
 所述压电膜为钽酸锂膜,
 在所述第1中间层上直接设置有所述压电膜,
 所述压电膜具有根据所述压电膜的极化方向决定的正面以及负面,
 所述第1硅层的面方位为(100), 所述第2硅层的面方位为(111),
 所述角度 α_1 为所述角度 $\alpha_{1_{100}}$, 所述角度 α_2 为所述角度 $\alpha_{1_{111}}$,
 在将 n 设为整数, 即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时, 所述角度 α_1 的值为 $\alpha_1 = \alpha_{1_{100}} + 90 \times n$,
 在所述IDT电极设置在所述压电膜的所述负面上的情况下, 在将 m 设为整数, 即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时, 所述角度 α_2 的值为 $\alpha_2 = \alpha_{2_{111}} + 120 \times m$,
 在所述IDT电极设置在所述压电膜的所述正面上的情况下, 在将 m 设为整数, 即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时, 所述角度 α_2 的值为 $\alpha_2 = \alpha_{2_{111}} + 60 + 120 \times m$,
 所述 $\alpha_{1_{100}}$ 以及所述 $\alpha_{2_{111}}$ 为表3所示的任一个组合,

[表3]

条件	$\alpha_{1_{100}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{111}}(^{\circ})$
1	15 ± 2.5	20 ± 2.5
2	25 ± 2.5	5 ± 2.5
3	30 ± 2.5	5 ± 2.5

4	40±2.5	0±2.5
5	40±2.5	60±2.5
6	45±2.5	0±2.5
7	45±2.5	55±2.5
8	45±2.5	60±2.5

9. 根据权利要求2所述的弹性波装置,其中,
 所述第1中间层为氧化硅膜,
 所述压电膜为钽酸锂膜,
 在所述第1中间层上直接设置有所述压电膜,
 所述第1硅层的面方位为(110),所述第2硅层的面方位为(100),
 所述角度 $\alpha 1$ 为所述角度 α_{110} ,所述角度 $\alpha 2$ 为所述角度 α_{100} ,
 在将 n 设为整数,即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时,所述角度 $\alpha 1$ 的值为 $\alpha 1 = \alpha_{110} + 180 \times n$,在将 m 设为
 整数,即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时,所述角度 $\alpha 2$ 的值为 $\alpha 2 = \alpha_{100} + 90 \times m$,
 所述 α_{110} 以及所述 α_{100} 为表4所示的任一个组合,

[表4]

条件	$\alpha_{110}(^\circ)$	$\alpha_{100}(^\circ)$	条件	$\alpha_{110}(^\circ)$	$\alpha_{100}(^\circ)$	条件	$\alpha_{110}(^\circ)$	$\alpha_{100}(^\circ)$
1	0±5	0±2.5	36	30±5	30±2.5	71	70±5	5±2.5
2	0±5	5±2.5	37	30±5	35±2.5	72	70±5	10±2.5
3	0±5	10±2.5	38	30±5	40±2.5	73	70±5	15±2.5
4	0±5	15±2.5	39	30±5	45±2.5	74	70±5	20±2.5
5	0±5	20±2.5	40	40±5	0±2.5	75	70±5	25±2.5
6	0±5	25±2.5	41	40±5	5±2.5	76	70±5	30±2.5
7	0±5	30±2.5	42	40±5	10±2.5	77	70±5	35±2.5
8	0±5	35±2.5	43	40±5	15±2.5	78	70±5	40±2.5
9	0±5	40±2.5	44	40±5	20±2.5	79	70±5	45±2.5
10	0±5	45±2.5	45	40±5	25±2.5	80	80±5	0±2.5
11	10±5	0±2.5	46	40±5	30±2.5	81	80±5	5±2.5
12	10±5	5±2.5	47	40±5	35±2.5	82	80±5	10±2.5
13	10±5	10±2.5	48	40±5	40±2.5	83	80±5	15±2.5
14	10±5	15±2.5	49	40±5	45±2.5	84	80±5	20±2.5
15	10±5	20±2.5	50	50±5	0±2.5	85	80±5	25±2.5
16	10±5	25±2.5	51	50±5	5±2.5	86	80±5	30±2.5
17	10±5	30±2.5	52	50±5	10±2.5	87	80±5	35±2.5
18	10±5	35±2.5	53	50±5	15±2.5	88	80±5	40±2.5
19	10±5	40±2.5	54	50±5	20±2.5	89	80±5	45±2.5
20	10±5	45±2.5	55	50±5	25±2.5	90	90±5	0±2.5
21	20±5	0±2.5	56	50±5	30±2.5	91	90±5	5±2.5
22	20±5	5±2.5	57	50±5	35±2.5	92	90±5	10±2.5
23	20±5	10±2.5	58	50±5	40±2.5	93	90±5	15±2.5
24	20±5	15±2.5	59	50±5	45±2.5	94	90±5	20±2.5
25	20±5	20±2.5	60	60±5	0±2.5	95	90±5	25±2.5
26	20±5	25±2.5	61	60±5	5±2.5	96	90±5	30±2.5
27	20±5	30±2.5	62	60±5	10±2.5	97	90±5	35±2.5
28	20±5	35±2.5	63	60±5	15±2.5	98	90±5	40±2.5
29	20±5	40±2.5	64	60±5	20±2.5	99	90±5	45±2.5
30	20±5	45±2.5	65	60±5	25±2.5			
31	30±5	5±2.5	66	60±5	30±2.5			
32	30±5	10±2.5	67	60±5	35±2.5			
33	30±5	15±2.5	68	60±5	40±2.5			
34	30±5	20±2.5	69	60±5	45±2.5			
35	30±5	25±2.5	70	70±5	0±2.5			

10. 根据权利要求2所述的弹性波装置,其中,

所述第1中间层为氧化硅膜，
 所述压电膜为钽酸锂膜，
 在所述第1中间层上直接设置有所述压电膜，
 所述第1硅层的面方位为(110)，所述第2硅层的面方位为(110)，
 所述角度 α_1 为所述角度 α_{110} ，所述角度 α_2 为所述角度 α_{110} ，
 在将n设为整数，即，0， ± 1 ， ± 2 ， \dots 时，所述角度 α_1 的值为 $\alpha_1 = \alpha_{110} + 180 \times n$ ，在将m设为
 整数，即，0， ± 1 ， ± 2 ， \dots 时，所述角度 α_2 的值为 $\alpha_2 = \alpha_{110} + 180 \times m$ ，
 所述 α_{110} 以及所述 α_{2110} 为表5所示的任一个组合，

[表5]

条件	$\alpha_{110} (^{\circ})$	$\alpha_{2110} (^{\circ})$
1	0 ± 5	70 ± 5
2	0 ± 5	80 ± 5
3	0 ± 5	90 ± 5
4	10 ± 5	70 ± 5
5	10 ± 5	80 ± 5
6	10 ± 5	90 ± 5
7	20 ± 5	70 ± 5
8	20 ± 5	80 ± 5
9	20 ± 5	90 ± 5
10	30 ± 5	50 ± 5
11	30 ± 5	60 ± 5
12	30 ± 5	70 ± 5
13	30 ± 5	80 ± 5
14	30 ± 5	90 ± 5
15	40 ± 5	50 ± 5
16	40 ± 5	60 ± 5
17	40 ± 5	70 ± 5
18	40 ± 5	80 ± 5
19	40 ± 5	90 ± 5
20	50 ± 5	60 ± 5
21	50 ± 5	70 ± 5
22	50 ± 5	80 ± 5
23	50 ± 5	90 ± 5
24	70 ± 5	90 ± 5

11. 根据权利要求2所述的弹性波装置，其中，
 所述第1中间层为氧化硅膜，
 所述压电膜为钽酸锂膜，
 在所述第1中间层上直接设置有所述压电膜，

所述压电膜具有根据所述压电膜的极化方向决定的正面以及负面，
 所述第1硅层的面方位为(110)，所述第2硅层的面方位为(111)，
 所述角度 α_1 为所述角度 α_{110} ，所述角度 α_2 为所述角度 α_{111} ，

在将n设为整数，即，0，±1，±2，…时，所述角度 α_1 的值为 $\alpha_1 = \alpha_{110} + 180 \times n$ ，

在所述IDT电极设置在所述压电膜的所述负面上的情况下，在将m设为整数，即，0，±1，±2，…时，所述角度 α_2 的值为 $\alpha_2 = \alpha_{111} + 120 \times m$ ，

在所述IDT电极设置在所述压电膜的所述正面上的情况下，在将m设为整数，即，0，±1，±2，…时，所述角度 α_2 的值为 $\alpha_2 = \alpha_{111} + 60 + 120 \times m$ ，

所述 α_{110} 以及所述 α_{111} 为表6所示的任一个组合，

[表6]

条件	$\alpha_{110}(^\circ)$	$\alpha_{111}(^\circ)$	条件	$\alpha_{110}(^\circ)$	$\alpha_{111}(^\circ)$
1	0±5	35±2.5	31	40±5	5±2.5
2	0±5	40±2.5	32	40±5	10±2.5
3	0±5	45±2.5	33	40±5	15±2.5
4	0±5	50±2.5	34	40±5	20±2.5
5	10±5	35±2.5	35	40±5	25±2.5
6	10±5	40±2.5	36	40±5	30±2.5
7	10±5	45±2.5	37	40±5	35±2.5
8	10±5	55±2.5	38	40±5	40±2.5
9	10±5	60±2.5	39	40±5	45±2.5
10	20±5	5±2.5	40	40±5	50±2.5
11	20±5	10±2.5	41	40±5	55±2.5
12	20±5	15±2.5	42	40±5	60±2.5
13	20±5	35±2.5	43	50±5	0±2.5
14	20±5	40±2.5	44	50±5	5±2.5
15	20±5	45±2.5	45	50±5	10±2.5
16	20±5	50±2.5	46	50±5	15±2.5
17	20±5	55±2.5	47	50±5	20±2.5
18	20±5	60±2.5	48	50±5	25±2.5
19	30±5	0±2.5	49	50±5	40±2.5
20	30±5	5±2.5	50	50±5	45±2.5
21	30±5	10±2.5	51	50±5	50±2.5
22	30±5	15±2.5	52	50±5	55±2.5
23	30±5	20±2.5	53	50±5	60±2.5
24	30±5	25±2.5	54	80±5	0±2.5
25	30±5	30±2.5	55	80±5	5±2.5
26	30±5	35±2.5			
27	30±5	40±2.5			
28	30±5	45±2.5			
29	30±5	50±2.5			
30	40±5	0±2.5			

12. 根据权利要求2所述的弹性波装置，其中，
 所述第1中间层为氧化硅膜，

所述压电膜为钽酸锂膜，

在所述第1中间层上直接设置有所述压电膜，

所述压电膜具有根据所述压电膜的极化方向决定的正面以及负面，

所述第1硅层的面方位为(111)，所述第2硅层的面方位为(100)，

所述角度 α_1 为所述角度 α_{111} ，所述角度 α_2 为所述角度 α_{100} ，

在所述IDT电极设置在所述压电膜的所述负面上的情况下，在将n设为整数，即，0，±1，±2，…时，所述角度 α_1 的值为 $\alpha_1 = \alpha_{111} + 120 \times n$ ，

在所述IDT电极设置在所述压电膜的所述正面上的情况下，在将n设为整数，即，0，±1，±2，…时，所述角度 α_1 的值为 $\alpha_1 = \alpha_{111} + 60 + 120 \times n$ ，

在将m设为整数，即，0，±1，±2，…时，所述角度 α_2 的值为 $\alpha_2 = \alpha_{100} + 90 \times m$ ，

所述 α_{111} 以及所述 α_{100} 为表7所示的任一个组合，

[表7]

条件	$\alpha_{111}(^\circ)$	$\alpha_{100}(^\circ)$	条件	$\alpha_{111}(^\circ)$	$\alpha_{100}(^\circ)$	条件	$\alpha_{111}(^\circ)$	$\alpha_{100}(^\circ)$
1	0±2.5	0±2.5	31	20±2.5	45±2.5	61	45±2.5	20±2.5
2	0±2.5	5±2.5	32	25±2.5	0±2.5	62	45±2.5	30±2.5
3	0±2.5	10±2.5	33	25±2.5	5±2.5	63	45±2.5	35±2.5
4	0±2.5	35±2.5	34	25±2.5	10±2.5	64	45±2.5	40±2.5
5	0±2.5	40±2.5	35	30±2.5	0±2.5	65	45±2.5	45±2.5
6	0±2.5	45±2.5	36	30±2.5	5±2.5	66	50±2.5	0±2.5
7	5±2.5	0±2.5	37	30±2.5	10±2.5	67	50±2.5	5±2.5
8	5±2.5	5±2.5	38	30±2.5	15±2.5	68	50±2.5	10±2.5
9	5±2.5	10±2.5	39	30±2.5	20±2.5	69	50±2.5	15±2.5
10	5±2.5	35±2.5	40	30±2.5	25±2.5	70	50±2.5	20±2.5
11	5±2.5	40±2.5	41	35±2.5	0±2.5	71	50±2.5	35±2.5
12	5±2.5	45±2.5	42	35±2.5	5±2.5	72	50±2.5	40±2.5
13	10±2.5	0±2.5	43	35±2.5	10±2.5	73	50±2.5	45±2.5
14	10±2.5	5±2.5	44	35±2.5	15±2.5	74	55±2.5	0±2.5
15	10±2.5	10±2.5	45	35±2.5	20±2.5	75	55±2.5	5±2.5
16	10±2.5	35±2.5	46	35±2.5	25±2.5	76	55±2.5	15±2.5
17	10±2.5	40±2.5	47	35±2.5	30±2.5	77	55±2.5	20±2.5
18	10±2.5	45±2.5	48	35±2.5	35±2.5	78	55±2.5	35±2.5
19	15±2.5	0±2.5	49	35±2.5	40±2.5	79	55±2.5	40±2.5
20	15±2.5	5±2.5	50	40±2.5	0±2.5	80	55±2.5	45±2.5
21	15±2.5	10±2.5	51	40±2.5	5±2.5	81	60±2.5	5±2.5
22	15±2.5	35±2.5	52	40±2.5	10±2.5	82	60±2.5	10±2.5
23	15±2.5	40±2.5	53	40±2.5	20±2.5	83	60±2.5	15±2.5
24	15±2.5	45±2.5	54	40±2.5	30±2.5	84	60±2.5	20±2.5
25	20±2.5	0±2.5	55	40±2.5	35±2.5	85	60±2.5	35±2.5
26	20±2.5	5±2.5	56	40±2.5	40±2.5	86	60±2.5	40±2.5
27	20±2.5	10±2.5	57	40±2.5	45±2.5	87	60±2.5	45±2.5
28	20±2.5	30±2.5	58	45±2.5	0±2.5			
29	20±2.5	35±2.5	59	45±2.5	5±2.5			
30	20±2.5	40±2.5	60	45±2.5	10±2.5			

13. 根据权利要求2所述的弹性波装置，其中，

所述第1中间层为氧化硅膜，

所述压电膜为钽酸锂膜，

在所述第1中间层上直接设置有所述压电膜，

所述压电膜具有根据所述压电膜的极化方向决定的正面以及负面，

所述第1硅层的面方位为(111)，所述第2硅层的面方位为(110)，

所述角度 α_1 为所述角度 α_{111} ,所述角度 α_2 为所述角度 α_{110} ,

在所述IDT电极设置在所述压电膜的所述负面上的情况下,在将 n 设为整数,即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时,所述角度 α_1 的值为 $\alpha_1 = \alpha_{111} + 120 \times n$,

在所述IDT电极设置在所述压电膜的所述正面上的情况下,在将 n 设为整数,即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时,所述角度 α_1 的值为 $\alpha_1 = \alpha_{111} + 60 + 120 \times n$,

在将 m 设为整数,即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时,所述角度 α_2 的值为 $\alpha_2 = \alpha_{110} + 180 \times m$,

所述 α_{111} 以及所述 α_{110} 为表8所示的任一个组合,

[表8]

条件	$\alpha_{111} (^{\circ})$	$\alpha_{110} (^{\circ})$
1	0 ± 2.5	80 ± 5
2	0 ± 2.5	90 ± 5
3	5 ± 2.5	80 ± 5
4	5 ± 2.5	90 ± 5
5	10 ± 2.5	80 ± 5
6	10 ± 2.5	90 ± 5
7	15 ± 2.5	80 ± 5
8	15 ± 2.5	90 ± 5
9	20 ± 2.5	80 ± 5
10	20 ± 2.5	90 ± 5
11	25 ± 2.5	70 ± 5
12	25 ± 2.5	90 ± 5
13	30 ± 2.5	60 ± 5
14	30 ± 2.5	70 ± 5
15	30 ± 2.5	80 ± 5
16	30 ± 2.5	90 ± 5
17	35 ± 2.5	70 ± 5
18	35 ± 2.5	80 ± 5
19	35 ± 2.5	90 ± 5
20	40 ± 2.5	60 ± 5
21	40 ± 2.5	70 ± 5
22	40 ± 2.5	80 ± 5
23	40 ± 2.5	90 ± 5
24	45 ± 2.5	60 ± 5
25	45 ± 2.5	70 ± 5
26	45 ± 2.5	80 ± 5
27	45 ± 2.5	90 ± 5
28	50 ± 2.5	60 ± 5
29	50 ± 2.5	70 ± 5
30	50 ± 2.5	80 ± 5

31	50±2.5	90±5
32	55±2.5	60±5
33	55±2.5	70±5
34	55±2.5	80±5
35	55±2.5	90±5
36	60±2.5	70±5
37	60±2.5	80±5
38	60±2.5	90±5

14. 根据权利要求2所述的弹性波装置,其中,

所述第1中间层为氧化硅膜,

所述压电膜为钽酸锂膜,

在所述第1中间层上直接设置有所述压电膜,

所述压电膜具有根据所述压电膜的极化方向决定的正面以及负面,

所述第1硅层的面方位为(111),所述第2硅层的面方位为(111),

所述角度 α_1 为所述角度 α_{111} ,所述角度 α_2 为所述角度 α_{111} ,

在所述IDT电极设置在所述压电膜的所述负面上的情况下,在将 n 设为整数,即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时,所述角度 α_1 的值为 $\alpha_1 = \alpha_{111} + 120 \times n$,在将 m 设为整数,即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时,所述角度 α_2 的值为 $\alpha_2 = \alpha_{111} + 120 \times m$,

在所述IDT电极设置在所述压电膜的所述正面上的情况下,在将 n 设为整数,即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时,所述角度 α_1 的值为 $\alpha_1 = \alpha_{111} + 60 + 120 \times n$,在将 m 设为整数,即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时,所述角度 α_2 的值为 $\alpha_2 = \alpha_{111} + 60 + 120 \times m$,

所述 α_{111} 以及所述 α_{211} 为表9所示的任一个组合,

[表9]

条件	$\alpha_{1_{111}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{111}}(^{\circ})$	条件	$\alpha_{1_{111}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{111}}(^{\circ})$
1	0±2.5	40±2.5	26	25±2.5	5±2.5
2	0±2.5	45±2.5	27	25±2.5	40±2.5
3	0±2.5	50±2.5	28	25±2.5	45±2.5
4	0±2.5	55±2.5	29	25±2.5	50±2.5
5	0±2.5	60±2.5	30	25±2.5	55±2.5
6	5±2.5	40±2.5	31	25±2.5	60±2.5
7	5±2.5	45±2.5	32	30±2.5	0±2.5
8	5±2.5	50±2.5	33	30±2.5	5±2.5
9	5±2.5	55±2.5	34	30±2.5	10±2.5
10	5±2.5	60±2.5	35	30±2.5	15±2.5
11	10±2.5	40±2.5	36	30±2.5	40±2.5
12	10±2.5	45±2.5	37	30±2.5	45±2.5
13	10±2.5	50±2.5	38	30±2.5	50±2.5
14	10±2.5	55±2.5	39	30±2.5	55±2.5
15	10±2.5	60±2.5	40	30±2.5	60±2.5
16	15±2.5	40±2.5	41	35±2.5	10±2.5
17	15±2.5	45±2.5	42	35±2.5	15±2.5
18	15±2.5	50±2.5	43	35±2.5	60±2.5
19	15±2.5	55±2.5	44	40±2.5	60±2.5
20	15±2.5	60±2.5	45	50±2.5	55±2.5
21	20±2.5	45±2.5	46	50±2.5	60±2.5
22	20±2.5	50±2.5			
23	20±2.5	55±2.5			
24	20±2.5	60±2.5			
25	25±2.5	0±2.5			

15. 根据权利要求3所述的弹性波装置,其中,
 所述第1中间层为氧化硅膜,
 所述第2中间层为氮化硅膜,
 所述压电膜为钽酸锂膜,
 所述第1硅层的面方位为(100),所述第2硅层的面方位为(100),
 所述角度 α_1 为所述角度 α_{100} ,所述角度 α_2 为所述角度 α_{100} ,
 在将n设为整数,即,0,±1,±2,⋯时,所述角度 α_1 的值为 $\alpha_1 = \alpha_{100} + 90 \times n$,在将m设为
 整数,即,0,±1,±2,⋯时,所述角度 α_2 的值为 $\alpha_2 = \alpha_{100} + 90 \times m$,
 所述 $\alpha_{1_{100}}$ 以及所述 $\alpha_{2_{100}}$ 为表10所示的任一个组合,
 [表10]

条件	$\alpha_{1_{100}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{100}}(^{\circ})$
1	0±2.5	20±2.5
2	5±2.5	15±2.5
3	5±2.5	30±2.5
4	10±2.5	0±2.5

5	10±2.5	5±2.5
6	10±2.5	15±2.5
7	10±2.5	20±2.5
8	20±2.5	0±2.5
9	20±2.5	5±2.5
10	20±2.5	10±2.5
11	20±2.5	15±2.5
12	25±2.5	0±2.5
13	25±2.5	5±2.5
14	25±2.5	10±2.5

16. 根据权利要求3所述的弹性波装置,其中,
 所述第1中间层为氧化硅膜,
 所述第2中间层为氮化硅膜,
 所述压电膜为钽酸锂膜,
 所述第1硅层的面方位为(100),所述第2硅层的面方位为(110),
 所述角度 α_1 为所述角度 α_{100} ,所述角度 α_2 为所述角度 α_{110} ,
 在将n设为整数,即,0,±1,±2,⋯时,所述角度 α_1 的值为 $\alpha_1 = \alpha_{100} + 90 \times n$,在将m设为
 整数,即,0,±1,±2,⋯时,所述角度 α_2 的值为 $\alpha_2 = \alpha_{110} + 180 \times m$,
 所述 α_{100} 以及所述 α_{110} 为表11所示的任一个组合,

[表11]

条件	$\alpha_{100} (^{\circ})$	$\alpha_{110} (^{\circ})$
1	0±2.5	70±5
2	0±2.5	80±5
3	0±2.5	90±5
4	5±2.5	80±5
5	5±2.5	90±5
6	10±2.5	80±5
7	10±2.5	90±5
8	20±2.5	80±5
9	20±2.5	90±5

17. 根据权利要求3所述的弹性波装置,其中,
 所述第1中间层为氧化硅膜,
 所述第2中间层为氮化硅膜,
 所述压电膜为钽酸锂膜,
 所述压电膜具有根据所述压电膜的极化方向决定的正面以及负面,
 所述第1硅层的面方位为(100),所述第2硅层的面方位为(111),
 所述角度 α_1 为所述角度 α_{100} ,所述角度 α_2 为所述角度 α_{111} ,

在将n设为整数,即,0, ±1, ±2, …时,所述角度α1的值为 $\alpha_1 = \alpha_{1_{100}} + 90 \times n$,

在所述IDT电极设置在所述压电膜的所述负面上的情况下,在将m设为整数,即,0, ±1, ±2, …时,所述角度α2的值为 $\alpha_2 = \alpha_{2_{111}} + 120 \times m$,

在所述IDT电极设置在所述压电膜的所述正面上的情况下,在将m设为整数,即,0, ±1, ±2, …时,所述角度α2的值为 $\alpha_2 = \alpha_{2_{111}} + 60 + 120 \times m$,

所述 $\alpha_{1_{100}}$ 以及所述 $\alpha_{2_{111}}$ 为表12所示的任一个组合,

[表12]

条件	$\alpha_{1_{100}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{111}}(^{\circ})$	条件	$\alpha_{1_{100}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{111}}(^{\circ})$
1	0±2.5	0±2.5	31	35±2.5	5±2.5
2	0±2.5	5±2.5	32	35±2.5	10±2.5
3	0±2.5	10±2.5	33	35±2.5	15±2.5
4	0±2.5	15±2.5	34	35±2.5	20±2.5
5	0±2.5	30±2.5	35	35±2.5	50±2.5
6	5±2.5	0±2.5	36	35±2.5	55±2.5
7	5±2.5	5±2.5	37	35±2.5	60±2.5
8	5±2.5	10±2.5	38	40±2.5	0±2.5
9	5±2.5	15±2.5	39	40±2.5	5±2.5
10	5±2.5	30±2.5	40	40±2.5	10±2.5
11	15±2.5	10±2.5	41	40±2.5	15±2.5
12	15±2.5	15±2.5	42	40±2.5	20±2.5
13	15±2.5	30±2.5	43	40±2.5	45±2.5
14	15±2.5	35±2.5	44	40±2.5	50±2.5
15	20±2.5	10±2.5	45	40±2.5	55±2.5
16	20±2.5	15±2.5	46	40±2.5	60±2.5
17	25±2.5	5±2.5	47	45±2.5	0±2.5
18	25±2.5	10±2.5	48	45±2.5	5±2.5
19	25±2.5	15±2.5	49	45±2.5	10±2.5
20	25±2.5	20±2.5	50	45±2.5	15±2.5
21	30±2.5	0±2.5	51	45±2.5	20±2.5
22	30±2.5	5±2.5	52	45±2.5	40±2.5
23	30±2.5	10±2.5	53	45±2.5	45±2.5
24	30±2.5	15±2.5	54	45±2.5	50±2.5
25	30±2.5	20±2.5	55	45±2.5	55±2.5
26	30±2.5	25±2.5	56	45±2.5	60±2.5
27	30±2.5	50±2.5			
28	30±2.5	55±2.5			
29	30±2.5	60±2.5			
30	35±2.5	0±2.5			

18. 根据权利要求3所述的弹性波装置,其中,
 所述第1中间层为氧化硅膜,
 所述第2中间层为氮化硅膜,
 所述压电膜为钽酸锂膜,

所述第1硅层的面方位为(110),所述第2硅层的面方位为(100),

所述角度 $\alpha 1$ 为所述角度 α_{110} ,所述角度 $\alpha 2$ 为所述角度 α_{100} ,

在将 n 设为整数,即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时,所述角度 $\alpha 1$ 的值为 $\alpha 1 = \alpha_{110} + 180 \times n$,在将 m 设为整数,即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时,所述角度 $\alpha 2$ 的值为 $\alpha 2 = \alpha_{100} + 90 \times m$,

所述 α_{110} 以及所述 α_{100} 为表13所示的任一个组合,

[表13]

条件	$\alpha_{110}(^\circ)$	$\alpha_{100}(^\circ)$	条件	$\alpha_{110}(^\circ)$	$\alpha_{100}(^\circ)$
1	0 ± 5	0 ± 2.5	26	40 ± 5	20 ± 2.5
2	0 ± 5	5 ± 2.5	27	40 ± 5	25 ± 2.5
3	0 ± 5	10 ± 2.5	28	40 ± 5	30 ± 2.5
4	0 ± 5	15 ± 2.5	29	40 ± 5	35 ± 2.5
5	10 ± 5	0 ± 2.5	30	40 ± 5	40 ± 2.5
6	10 ± 5	5 ± 2.5	31	40 ± 5	45 ± 2.5
7	10 ± 5	10 ± 2.5	32	50 ± 5	0 ± 2.5
8	10 ± 5	15 ± 2.5	33	50 ± 5	5 ± 2.5
9	20 ± 5	0 ± 2.5	34	50 ± 5	10 ± 2.5
10	20 ± 5	5 ± 2.5	35	50 ± 5	15 ± 2.5
11	20 ± 5	10 ± 2.5	36	50 ± 5	20 ± 2.5
12	20 ± 5	15 ± 2.5	37	50 ± 5	25 ± 2.5
13	20 ± 5	20 ± 2.5	38	50 ± 5	30 ± 2.5
14	20 ± 5	25 ± 2.5	39	50 ± 5	35 ± 2.5
15	30 ± 5	0 ± 2.5	40	50 ± 5	40 ± 2.5
16	30 ± 5	5 ± 2.5	41	50 ± 5	45 ± 2.5
17	30 ± 5	10 ± 2.5	42	60 ± 5	45 ± 2.5
18	30 ± 5	15 ± 2.5	43	80 ± 5	10 ± 2.5
19	30 ± 5	20 ± 2.5			
20	30 ± 5	25 ± 2.5			
21	30 ± 5	30 ± 2.5			
22	40 ± 5	0 ± 2.5			
23	40 ± 5	5 ± 2.5			
24	40 ± 5	10 ± 2.5			
25	40 ± 5	15 ± 2.5			

19. 根据权利要求3所述的弹性波装置,其中,

所述第1中间层为氧化硅膜,

所述第2中间层为氮化硅膜,

所述压电膜为钽酸锂膜,

所述第1硅层的面方位为(110),所述第2硅层的面方位为(110),

所述角度 $\alpha 1$ 为所述角度 α_{110} ,所述角度 $\alpha 2$ 为所述角度 α_{110} ,

在将 n 设为整数,即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时,所述角度 $\alpha 1$ 的值为 $\alpha 1 = \alpha_{110} + 180 \times n$,在将 m 设为整数,即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时,所述角度 $\alpha 2$ 的值为 $\alpha 2 = \alpha_{110} + 180 \times m$,

所述 α_{110} 以及所述 α_{110} 为表14所示的任一个组合,

[表14]

条件	$\alpha_{110} (^{\circ})$	$\alpha_{2110} (^{\circ})$
1	0 ± 5	80 ± 5
2	0 ± 5	90 ± 5
3	10 ± 5	80 ± 5
4	10 ± 5	90 ± 5
5	20 ± 5	70 ± 5
6	20 ± 5	80 ± 5
7	20 ± 5	90 ± 5
8	30 ± 5	50 ± 5
9	30 ± 5	60 ± 5
10	30 ± 5	70 ± 5
11	30 ± 5	80 ± 5
12	30 ± 5	90 ± 5
13	40 ± 5	50 ± 5
14	40 ± 5	60 ± 5
15	40 ± 5	70 ± 5
16	40 ± 5	80 ± 5
17	40 ± 5	90 ± 5
18	50 ± 5	60 ± 5
19	50 ± 5	70 ± 5
20	50 ± 5	80 ± 5
21	50 ± 5	90 ± 5
22	60 ± 5	70 ± 5
23	70 ± 5	30 ± 5
24	70 ± 5	60 ± 5
25	70 ± 5	80 ± 5
26	80 ± 5	90 ± 5

20. 根据权利要求3所述的弹性波装置,其中,
 所述第1中间层为氧化硅膜,
 所述第2中间层为氮化硅膜,
 所述压电膜为钽酸锂膜,
 所述压电膜具有根据所述压电膜的极化方向决定的正面以及负面,
 所述第1硅层的面方位为(110),所述第2硅层的面方位为(111),
 所述角度 α_1 为所述角度 α_{110} ,所述角度 α_2 为所述角度 α_{111} ,
 在将n设为整数,即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时,所述角度 α_1 的值为 $\alpha_1 = \alpha_{110} + 180 \times n$,
 在所述IDT电极设置在所述压电膜的所述负面上的情况下,在将m设为整数,即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时,所述角度 α_2 的值为 $\alpha_2 = \alpha_{111} + 120 \times m$,

在所述IDT电极设置在所述压电膜的所述正面上的情况下,在将m设为整数,即,0,±1,±2,⋯时,所述角度α₂的值为α₂=α_{2₁₁₁}+60+120×m,

所述α_{1₁₁₀}以及所述α_{2₁₁₁}为表15所示的任一个组合,

[表15]

条件	α _{1₁₁₀} (°)	α _{2₁₁₁} (°)	条件	α _{1₁₁₀} (°)	α _{2₁₁₁} (°)
1	0±5	35±2.5	41	40±5	20±2.5
2	0±5	40±2.5	42	40±5	25±2.5
3	0±5	45±2.5	43	40±5	30±2.5
4	0±5	50±2.5	44	40±5	35±2.5
5	0±5	55±2.5	45	40±5	40±2.5
6	0±5	60±2.5	46	40±5	45±2.5
7	10±5	40±2.5	47	40±5	50±2.5
8	10±5	45±2.5	48	40±5	55±2.5
9	10±5	50±2.5	49	40±5	60±2.5
10	10±5	55±2.5	50	50±5	0±2.5
11	10±5	60±2.5	51	50±5	5±2.5
12	20±5	0±2.5	52	50±5	10±2.5
13	20±5	5±2.5	53	50±5	15±2.5
14	20±5	10±2.5	54	50±5	20±2.5
15	20±5	15±2.5	55	50±5	25±2.5
16	20±5	20±2.5	56	50±5	30±2.5
17	20±5	25±2.5	57	50±5	35±2.5
18	20±5	35±2.5	58	50±5	40±2.5
19	20±5	40±2.5	59	50±5	45±2.5
20	20±5	45±2.5	60	50±5	50±2.5
21	20±5	50±2.5	61	50±5	55±2.5
22	20±5	55±2.5	62	50±5	60±2.5
23	20±5	60±2.5	63	60±5	0±2.5
24	30±5	0±2.5	64	60±5	5±2.5
25	30±5	5±2.5	65	60±5	10±2.5
26	30±5	10±2.5	66	60±5	15±2.5
27	30±5	15±2.5	67	60±5	20±2.5
28	30±5	20±2.5	68	60±5	25±2.5
29	30±5	25±2.5	69	60±5	40±2.5
30	30±5	30±2.5	70	60±5	45±2.5
31	30±5	35±2.5	71	60±5	50±2.5
32	30±5	40±2.5	72	60±5	55±2.5
33	30±5	45±2.5	73	60±5	60±2.5
34	30±5	50±2.5	74	70±5	0±2.5
35	30±5	55±2.5	75	80±5	0±2.5
36	30±5	60±2.5	76	80±5	5±2.5
37	40±5	0±2.5	77	80±5	10±2.5
38	40±5	5±2.5	78	80±5	15±2.5
39	40±5	10±2.5	79	80±5	20±2.5
40	40±5	15±2.5			

21. 根据权利要求3所述的弹性波装置,其中,
 所述第1中间层为氧化硅膜,
 所述第2中间层为氮化硅膜,
 所述压电膜为钽酸锂膜,

所述压电膜具有根据所述压电膜的极化方向决定的正面以及负面，
 所述第1硅层的面方位为(111)，所述第2硅层的面方位为(100)，
 所述角度 α_1 为所述角度 α_{111} ，所述角度 α_2 为所述角度 α_{110} ，

在所述IDT电极设置在所述压电膜的所述负面上的情况下，在将n设为整数，即，0，±1，±2，…时，所述角度 α_1 的值为 $\alpha_1 = \alpha_{111} + 120 \times n$ ，

在所述IDT电极设置在所述压电膜的所述正面上的情况下，在将n设为整数，即，0，±1，±2，…时，所述角度 α_1 的值为 $\alpha_1 = \alpha_{111} + 60 + 120 \times n$ ，

在将m设为整数，即，0，±1，±2，…时，所述角度 α_2 的值为 $\alpha_2 = \alpha_{100} + 90 \times m$ ，
 所述 α_{111} 以及所述 α_{100} 为表16所示的任一个组合，

[表16]

条件	$\alpha_{111}(^\circ)$	$\alpha_{100}(^\circ)$	条件	$\alpha_{111}(^\circ)$	$\alpha_{100}(^\circ)$	条件	$\alpha_{111}(^\circ)$	$\alpha_{100}(^\circ)$
1	0±2.5	0±2.5	36	20±2.5	40±2.5	71	45±2.5	0±2.5
2	0±2.5	5±2.5	37	20±2.5	45±2.5	72	45±2.5	5±2.5
3	0±2.5	10±2.5	38	25±2.5	0±2.5	73	45±2.5	15±2.5
4	0±2.5	30±2.5	39	25±2.5	5±2.5	74	45±2.5	20±2.5
5	0±2.5	35±2.5	40	25±2.5	10±2.5	75	45±2.5	25±2.5
6	0±2.5	40±2.5	41	25±2.5	15±2.5	76	45±2.5	30±2.5
7	0±2.5	45±2.5	42	25±2.5	25±2.5	77	45±2.5	35±2.5
8	5±2.5	0±2.5	43	25±2.5	30±2.5	78	45±2.5	40±2.5
9	5±2.5	5±2.5	44	30±2.5	0±2.5	79	45±2.5	45±2.5
10	5±2.5	10±2.5	45	30±2.5	5±2.5	80	50±2.5	0±2.5
11	5±2.5	30±2.5	46	30±2.5	10±2.5	81	50±2.5	5±2.5
12	5±2.5	35±2.5	47	30±2.5	15±2.5	82	50±2.5	15±2.5
13	5±2.5	40±2.5	48	30±2.5	20±2.5	83	50±2.5	25±2.5
14	5±2.5	45±2.5	49	30±2.5	25±2.5	84	50±2.5	30±2.5
15	10±2.5	0±2.5	50	30±2.5	30±2.5	85	50±2.5	35±2.5
16	10±2.5	5±2.5	51	30±2.5	45±2.5	86	50±2.5	40±2.5
17	10±2.5	10±2.5	52	35±2.5	0±2.5	87	50±2.5	45±2.5
18	10±2.5	30±2.5	53	35±2.5	5±2.5	88	55±2.5	0±2.5
19	10±2.5	35±2.5	54	35±2.5	10±2.5	89	55±2.5	5±2.5
20	10±2.5	40±2.5	55	35±2.5	15±2.5	90	55±2.5	15±2.5
21	10±2.5	45±2.5	56	35±2.5	20±2.5	91	55±2.5	20±2.5
22	15±2.5	0±2.5	57	35±2.5	25±2.5	92	55±2.5	25±2.5
23	15±2.5	5±2.5	58	35±2.5	30±2.5	93	55±2.5	30±2.5
24	15±2.5	10±2.5	59	35±2.5	35±2.5	94	55±2.5	35±2.5
25	15±2.5	25±2.5	60	35±2.5	40±2.5	95	55±2.5	40±2.5
26	15±2.5	30±2.5	61	40±2.5	0±2.5	96	55±2.5	45±2.5
27	15±2.5	35±2.5	62	40±2.5	5±2.5	97	60±2.5	5±2.5
28	15±2.5	40±2.5	63	40±2.5	10±2.5	98	60±2.5	15±2.5
29	15±2.5	45±2.5	64	40±2.5	15±2.5	99	60±2.5	20±2.5
30	20±2.5	0±2.5	65	40±2.5	20±2.5	100	60±2.5	25±2.5
31	20±2.5	5±2.5	66	40±2.5	25±2.5	101	60±2.5	30±2.5
32	20±2.5	10±2.5	67	40±2.5	30±2.5	102	60±2.5	35±2.5
33	20±2.5	25±2.5	68	40±2.5	35±2.5	103	60±2.5	40±2.5
34	20±2.5	30±2.5	69	40±2.5	40±2.5	104	60±2.5	45±2.5
35	20±2.5	35±2.5	70	40±2.5	45±2.5			

22. 根据权利要求3所述的弹性波装置，其中，
 所述第1中间层为氧化硅膜，
 所述第2中间层为氮化硅膜，
 所述压电膜为钽酸锂膜，
 所述压电膜具有根据所述压电膜的极化方向决定的正面以及负面，
 所述第1硅层的面方位为(111)，所述第2硅层的面方位为(110)，
 所述角度 α_1 为所述角度 α_{111} ，所述角度 α_2 为所述角度 α_{110} ，

在所述IDT电极设置在所述压电膜的所述负面上的情况下,在将n设为整数,即,0,±1,±2,⋯时,所述角度α1的值为 $\alpha_1 = \alpha_{111} + 120 \times n$,

在所述IDT电极设置在所述压电膜的所述正面上的情况下,在将n设为整数,即,0,±1,±2,⋯时,所述角度α1的值为 $\alpha_1 = \alpha_{111} + 60 + 120 \times n$,

在将m设为整数,即,0,±1,±2,⋯时,所述角度α2的值为 $\alpha_2 = \alpha_{110} + 180 \times m$,

所述α₁₁₁以及所述α₁₁₀为表17所示的任一个组合,

[表17]

条件	$\alpha_{111}(^\circ)$	$\alpha_{2110}(^\circ)$	条件	$\alpha_{111}(^\circ)$	$\alpha_{2110}(^\circ)$
1	0±2.5	80±5	26	40±2.5	70±5
2	0±2.5	90±5	27	40±2.5	80±5
3	5±2.5	80±5	28	40±2.5	90±5
4	5±2.5	90±5	29	45±2.5	50±5
5	10±2.5	80±5	30	45±2.5	60±5
6	10±2.5	90±5	31	45±2.5	70±5
7	15±2.5	80±5	32	45±2.5	80±5
8	15±2.5	90±5	33	45±2.5	90±5
9	20±2.5	70±5	34	50±2.5	50±5
10	25±2.5	50±5	35	50±2.5	60±5
11	25±2.5	70±5	36	50±2.5	70±5
12	25±2.5	80±5	37	50±2.5	80±5
13	25±2.5	90±5	38	50±2.5	90±5
14	30±2.5	50±5	39	55±2.5	50±5
15	30±2.5	60±5	40	55±2.5	60±5
16	30±2.5	70±5	41	55±2.5	70±5
17	30±2.5	80±5	42	55±2.5	80±5
18	30±2.5	90±5	43	55±2.5	90±5
19	35±2.5	50±5	44	60±2.5	50±5
20	35±2.5	60±5	45	60±2.5	60±5
21	35±2.5	70±5	46	60±2.5	70±5
22	35±2.5	80±5	47	60±2.5	80±5
23	35±2.5	90±5	48	60±2.5	90±5
24	40±2.5	50±5			
25	40±2.5	60±5			

23. 根据权利要求3所述的弹性波装置,其中,
 所述第1中间层为氧化硅膜,
 所述第2中间层为氮化硅膜,
 所述压电膜为钽酸锂膜,
 所述压电膜具有根据所述压电膜的极化方向决定的正面以及负面,
 所述第1硅层的面方位为(111),所述第2硅层的面方位为(111),
 所述角度α1为所述角度α₁₁₁,所述角度α2为所述角度α₁₁₁,
 在所述IDT电极设置在所述压电膜的所述负面上的情况下,在将n设为整数,即,0,±1,

$\pm 2, \dots$ 时,所述角度 α_1 的值为 $\alpha_1 = \alpha_{1_{111}} + 120 \times n$,在将 m 设为整数,即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时,所述角度 α_2 的值为 $\alpha_2 = \alpha_{2_{111}} + 120 \times m$,

在所述IDT电极设置在所述压电膜的所述正面上的情况下,在将 n 设为整数,即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时,所述角度 α_1 的值为 $\alpha_1 = \alpha_{1_{111}} + 60 + 120 \times n$,在将 m 设为整数,即, $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时,所述角度 α_2 的值为 $\alpha_2 = \alpha_{2_{111}} + 60 + 120 \times m$,

所述 $\alpha_{1_{111}}$ 以及所述 $\alpha_{2_{111}}$ 为表18所示的任一个组合,

[表18]

条件	$\alpha_{1_{111}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{111}}(^{\circ})$	条件	$\alpha_{1_{111}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{111}}(^{\circ})$	条件	$\alpha_{1_{111}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{111}}(^{\circ})$
1	0 ± 2.5	40 ± 2.5	36	35 ± 2.5	35 ± 2.5	71	50 ± 2.5	25 ± 2.5
2	0 ± 2.5	45 ± 2.5	37	35 ± 2.5	40 ± 2.5	72	50 ± 2.5	35 ± 2.5
3	0 ± 2.5	50 ± 2.5	38	35 ± 2.5	45 ± 2.5	73	50 ± 2.5	40 ± 2.5
4	0 ± 2.5	55 ± 2.5	39	35 ± 2.5	50 ± 2.5	74	50 ± 2.5	45 ± 2.5
5	0 ± 2.5	60 ± 2.5	40	35 ± 2.5	55 ± 2.5	75	50 ± 2.5	50 ± 2.5
6	5 ± 2.5	40 ± 2.5	41	35 ± 2.5	60 ± 2.5	76	50 ± 2.5	55 ± 2.5
7	5 ± 2.5	45 ± 2.5	42	40 ± 2.5	0 ± 2.5	77	50 ± 2.5	60 ± 2.5
8	5 ± 2.5	50 ± 2.5	43	40 ± 2.5	5 ± 2.5	78	55 ± 2.5	10 ± 2.5
9	5 ± 2.5	55 ± 2.5	44	40 ± 2.5	10 ± 2.5	79	55 ± 2.5	15 ± 2.5
10	5 ± 2.5	60 ± 2.5	45	40 ± 2.5	15 ± 2.5	80	55 ± 2.5	20 ± 2.5
11	10 ± 2.5	35 ± 2.5	46	40 ± 2.5	20 ± 2.5	81	55 ± 2.5	30 ± 2.5
12	10 ± 2.5	40 ± 2.5	47	40 ± 2.5	25 ± 2.5	82	55 ± 2.5	35 ± 2.5
13	10 ± 2.5	45 ± 2.5	48	40 ± 2.5	30 ± 2.5	83	55 ± 2.5	40 ± 2.5
14	10 ± 2.5	50 ± 2.5	49	40 ± 2.5	35 ± 2.5	84	55 ± 2.5	45 ± 2.5
15	10 ± 2.5	55 ± 2.5	50	40 ± 2.5	40 ± 2.5	85	55 ± 2.5	50 ± 2.5
16	10 ± 2.5	60 ± 2.5	51	40 ± 2.5	45 ± 2.5	86	55 ± 2.5	55 ± 2.5
17	25 ± 2.5	60 ± 2.5	52	40 ± 2.5	50 ± 2.5	87	55 ± 2.5	60 ± 2.5
18	30 ± 2.5	0 ± 2.5	53	40 ± 2.5	55 ± 2.5	88	60 ± 2.5	10 ± 2.5
19	30 ± 2.5	5 ± 2.5	54	40 ± 2.5	60 ± 2.5	89	60 ± 2.5	15 ± 2.5
20	30 ± 2.5	10 ± 2.5	55	45 ± 2.5	0 ± 2.5	90	60 ± 2.5	20 ± 2.5
21	30 ± 2.5	15 ± 2.5	56	45 ± 2.5	5 ± 2.5	91	60 ± 2.5	30 ± 2.5
22	30 ± 2.5	25 ± 2.5	57	45 ± 2.5	10 ± 2.5	92	60 ± 2.5	35 ± 2.5
23	30 ± 2.5	30 ± 2.5	58	45 ± 2.5	15 ± 2.5	93	60 ± 2.5	40 ± 2.5
24	30 ± 2.5	40 ± 2.5	59	45 ± 2.5	20 ± 2.5	94	60 ± 2.5	45 ± 2.5
25	30 ± 2.5	45 ± 2.5	60	45 ± 2.5	30 ± 2.5	95	60 ± 2.5	50 ± 2.5
26	30 ± 2.5	50 ± 2.5	61	45 ± 2.5	35 ± 2.5	96	60 ± 2.5	55 ± 2.5
27	30 ± 2.5	55 ± 2.5	62	45 ± 2.5	40 ± 2.5	97	60 ± 2.5	60 ± 2.5
28	30 ± 2.5	60 ± 2.5	63	45 ± 2.5	45 ± 2.5			
29	35 ± 2.5	0 ± 2.5	64	45 ± 2.5	50 ± 2.5			
30	35 ± 2.5	5 ± 2.5	65	45 ± 2.5	55 ± 2.5			
31	35 ± 2.5	10 ± 2.5	66	45 ± 2.5	60 ± 2.5			
32	35 ± 2.5	15 ± 2.5	67	50 ± 2.5	0 ± 2.5			
33	35 ± 2.5	20 ± 2.5	68	50 ± 2.5	5 ± 2.5			
34	35 ± 2.5	25 ± 2.5	69	50 ± 2.5	10 ± 2.5			
35	35 ± 2.5	30 ± 2.5	70	50 ± 2.5	15 ± 2.5			

24. 根据权利要求2所述的弹性波装置,其中,
 还具备:第2中间层,设置在所述第1中间层与所述支承基板之间,
 所述第1中间层为氧化硅膜,
 所述第2中间层为氮化硅膜,
 所述压电膜为钽酸锂膜,
 将所述第1硅层的欧拉角(φ, θ, ψ)中的 ψ 设为 Si_psi ,单位为deg,将所述第2硅层的

欧拉角 (φ, θ, ψ) 中的 ψ 设为 si_psi_2 ,单位为deg,将所述第2硅层的厚度设为 t_Si2 ,单位为 λ ,将所述第2中间层的厚度设为 t_SiN ,单位为 λ ,将所述第1中间层的厚度设为 t_SiO2 ,单位为 λ ,将所述压电膜的厚度设为 t_LT ,单位为 λ ,将高阶模的相位设为 Pk_j ,单位为deg,此时,所述 Si_psi 、所述 si_psi_2 、所述 t_Si2 、所述 t_SiN 、所述 t_SiO2 以及所述 t_LT 是下述的式1的所述 Pk_j 成为-70deg以下的范围内的角度以及厚度,

[数学式1]

$$Pk_j[\text{deg}] = (-71.2068602606219) + 331.629446317838 \times (t_LT\lambda) - 0.173291148291141) + (-22.7224910522243) \times (t_SiO2[\lambda] - 0.133361933361938) + 70.1603382058021 \times (t_SiN[\lambda] - 0.0894258544258521) + 20.4186870884974 \times (t_Si2[\lambda] - 0.432632632632632) + (-0.0795718195965644) \times (si_psi_2[\text{deg}] - 15.1794651794652) + (-0.0801661426763212) \times (Sipsi[\text{deg}] - 21.3234663234663) + (-8265.27531314391) \times ((t_LT\lambda) - 0.173291148291141) \times (t_LT\lambda) - 0.173291148291141) - 0.000254658833416191) + (-702.352467513552) \times ((t_LT\lambda) - 0.173291148291141) \times (t_SiO2[\lambda] - 0.133361933361938) + (-159.217489977571) \times ((t_SiO2[\lambda] - 0.133361933361938) \times (t_SiO2[\lambda] - 0.133361933361938) - 0.00220941097478356) + 1181.94608028125 \times ((t_LT\lambda) - 0.173291148291141) \times (t_SiN[\lambda] - 0.0694258544258521) + 148.194177052574 \times ((t_SiO2[\lambda] - 0.133381933361938) \times (t_SiN[\lambda] - 0.0694258544258521)) + (-138.414297240254) \times ((t_SiN[\lambda] - 0.0694258544258521) \times (t_SiN[\lambda] - 0.0694258544258521) - 0.00607933216152169) + (-73.8108320642126) \times ((t_LT\lambda) - 0.173291148291141) \times (t_Si2[\lambda] - 0.432632632632632) + 22.3596977549241 \times ((t_SiO2[\lambda] - 0.133361933361938) \times (t_Si2[\lambda] - 0.432632632632632) + (-180.302445874872) \times ((t_SiN[\lambda] - 0.0694258544258521) \times (t_Si2[\lambda] - 0.432632632632632) + 58.1189523422145 \times ((t_Si2[\lambda] - 0.432632632632632) \times (t_Si2[\lambda] - 0.432632632632632) - 0.0206911530435046) + (-0.0892573877283934) \times ((t_LT\lambda) - 0.173291148291141) \times (si_psi_2[\text{deg}] - 15.1794651794652) + 0.102191016582739 \times ((t_SiO2[\lambda] - 0.133361933361938) \times (si_psi_2[\text{deg}] - 15.1794651794652) + (-0.566877950267944) \times ((t_SiN[\lambda] - 0.0694258544258521) \times (si_psi_2[\text{deg}] - 15.1794651794652) + (-0.523218662939604) \times ((t_Si2[\lambda] - 0.432632632632632) \times (si_psi_2[\text{deg}] - 15.1794651794652) + 0.00111049675010859 \times ((si_psi_2[\text{deg}] - 15.1794651794652) \times (si_psi_2[\text{deg}] - 15.1794651794652) - 260.117227398797) + 2.43575857272564 \times ((t_LT\lambda) - 0.173291148291141) \times (Si_psi[\text{deg}] - 21.3234663234663) + (-0.269547003578196) \times ((t_SiO2[\lambda] - 0.133361933361938) \times (Si_psi[\text{deg}] - 21.3234663234663) + (-0.235856493743728) \times ((t_SiN[\lambda] - 0.0694258544258521) \times (S_psi[\text{deg}] - 21.3234663234663) + 0.475976492439799 \times ((t_Si2[\lambda] - 0.432632632632632) \times (Si_psi[\text{deg}] - 21.3234663234663) + 0.00288777512919308 \times ((si_psi_2[\text{deg}] - 15.1794651794662) \times (Si_psi[\text{deg}] - 21.3234663234663) + 0.00174948079902691 \times ((Si_psi[\text{deg}] - 21.3234663234663) \times (Si_psi[\text{deg}] - 21.3234663234663) - 553.32136696361) \dots$$

式1。

25. 根据权利要求2所述的弹性波装置,其中,

还具备:第2中间层,设置在所述第1中间层与所述支承基板之间,
 所述第1中间层为氧化硅膜,
 所述第2中间层为氮化硅膜,
 所述压电膜是使用了35°Y切割X传播LiTaO₃的钽酸锂膜,

将所述第1硅层的欧拉角(φ, θ, ψ)中的 ψ 设为Si_psi,单位为deg,将所述第2硅层的欧拉角(φ, θ, ψ)中的 ψ 设为si_psi_2,单位为deg,将所述第2硅层的厚度设为t_Si2,单位为 λ ,将所述第2中间层的厚度设为t_SiN,单位为 λ ,将所述第1中间层的厚度设为t_SiO2,单位为 λ ,将所述压电膜的厚度设为t_LT,单位为 λ ,将高阶模的相位设为Pkj,单位为deg,此时,所述Si_psi、所述si_psi_2、所述t_Si2、所述t_SiN、所述t_SiO2以及所述t_LT是下述的式2的所述Pkj成为-70deg以下的范围内的角度以及厚度,

[数学式2]

$$\begin{aligned} Pkj[\text{deg}] = & (-68.3045028100257) + 148.009830991658 \times (t_{LT}\lambda) - 0.182938408896478 \\ & + (-31.7023619287189) \times (t_{SiO2}[\lambda] - 0.131180496150558) + 59.9941196381256 \times (t_{SiN} \\ & [\lambda] - 0.0722328775021397) + 28.3891130547491 \times (t_{Si2}[\lambda] - 0.457408041060735) + (- \\ & 0.0551187486931435) \times (si_psi_2[\text{deg}] - 23.8177929854577) + 0.00621179951505866 \times \\ & (Si_psi[\text{deg}] - 33.7339606501283) + (-307.104268249355) \times ((t_{LT}\lambda) - \\ & 0.182938408896478) \times (t_{SiO2}[\lambda] - 0.131180496150558) + (-221.090307531174) \times ((t_{SiO2}[\lambda] - \\ & 0.131180496150558) \times (t_{SiO2}[\lambda] - 0.131180496150558) - \\ & 0.00245634808837649) + 3.0630243958978 \times ((t_{LT}\lambda) - 0.182938408896478) \times (t_{SiN}[\lambda] - \\ & 0.0722326775021397) + 26.3784321839523 \times ((t_{SiO2}[\lambda] - 0.131180496150558) \times (t_{SiN} \\ & [\lambda] - 0.0722326775021397)) + (-149.210462980265) \times ((t_{SiN}[\lambda] - 0.0722326775021397) \\ & \times (t_{SiN}[\lambda] - 0.0722326775021397) - 0.00538017340609054) + 16.5185556736186 \times ((t_{LT} \\ & \lambda) - 0.182938408896478) \times (t_{Si2}[\lambda] - 0.457408041060735) + 56.1146358518209 \times ((t_{SiO2}[\lambda] - \\ & 0.131180496150558) \times (t_{Si2}[\lambda] - 0.457408041060735)) + (-231.9230984773) \times \\ & ((t_{SiN}[\lambda] - 0.0722326775021397) \times (t_{Si2}[\lambda] - 0.457408041060735)) + (- \\ & 9.26166386908678) \times ((t_{Si2}[\lambda] - 0.457408041060735) \times (t_{Si2}[\lambda] - \\ & 0.457408041060735) - 0.00796565129547814) + (-0.0982556479630247) \times ((t_{LT}\lambda) - \\ & 0.182938408896478) \times (si_psi_2[\text{deg}] - 23.8177929854577) + (-0.144777667964478) \times \\ & ((t_{SiO2}[\lambda] - 0.131180496150558) \times (si_psi_2[\text{deg}] - 23.8177929854577)) + \\ & (0.121859651655675) \times ((t_{SiN}[\lambda] - 0.0722328775021397) \times (si_psi_2[\text{deg}] - \\ & 23.8177929854577)) + (-0.337942081738039) \times ((t_{Si2}[\lambda] - 0.457408041060735) \times (si_ \\ & psi_2[\text{deg}] - 23.8177929854577)) + 0.0000092550445874239 \times ((si_si_2[\text{deg}] - \\ & 23.8177929854577) \times (si_psi_2[\text{deg}] - 23.8177929854577) - 211.955679987944) + \\ & 1.28762234488537 \times ((t_{LT}\lambda) - 0.182938408896478) \times (Si_ps[\text{deg}] - 33.7339606501283) \\ & + (-0.350061531387324) \times ((t_{SiO2}[\lambda] - 0.131180496150558) \times (Si_psi[\text{deg}] - \\ & 33.7339606501283)) + (-0.155177588775029) \times ((t_{SiN}[\lambda] - 0.0722326775021397) \times (Si_ \\ & psi[\text{deg}] - 33.7339606501283)) + 0.305377220918695 \times ((t_{Si2}[\lambda] - 0.457408041060735) \\ & \times (Si_psi[\text{deg}] - 33.7339606501283)) + 0.00184222592354461 \times ((si_psi_2[\text{deg}] - \end{aligned}$$

23. $8177929854577) \times (\text{Si_psi}[\text{deg}] - 33.7339606501283) + 0.00210385689952457 \times ((\text{Si_psi}[\text{deg}] - 33.7339606501283) \times (\text{Sipsi}[\text{deg}] - 33.7339606501283) - 454.804329993321) \dots$
式2。

26. 根据权利要求1~24中的任一项所述的弹性波装置,其中,
所述压电膜为钽酸锂膜,

所述压电膜的欧拉角 (ϕ, θ, ψ) 中的 θ 为 113° 以上且 139° 以下。

27. 根据权利要求1~26中的任一项所述的弹性波装置,其中,
所述压电膜为钽酸锂膜,

所述第2硅层的厚度为 0.3λ 以上且 0.8λ 以下。

28. 根据权利要求1~5中的任一项所述的弹性波装置,其中,
所述压电膜为铌酸锂膜。

弹性波装置

技术领域

[0001] 本发明涉及弹性波装置。

背景技术

[0002] 以往,弹性波装置被广泛用于便携式电话机的滤波器等。在下述的专利文献1公开了弹性波装置的一个例子。在该弹性波装置中,在支承基板上层叠有压电膜,在压电膜上设置有IDT (Interdigital Transducer,叉指换能器) 电极。在将由IDT电极的电极指间距规定的波长设为 λ 时,压电膜的厚度设为 1λ 以下。在专利文献1中,作为支承基板的一个例子,列举了硅。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2015-073331号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 然而,在像专利文献1记载的那样的弹性波装置中,难以在宽频带中充分地抑制由高阶模造成的杂散。

[0008] 本发明的目的在于,提供一种能够在宽频带中抑制高阶模的弹性波装置。

[0009] 用于解决问题的技术方案

[0010] 本发明涉及的弹性波装置具备:支承基板;压电膜,直接或者间接地设置在所述支承基板上;以及IDT电极,设置在所述压电膜上,在将由所述IDT电极的电极指间距规定的波长设为 λ 时,所述压电膜的厚度为 1λ 以下,所述压电膜为钽酸锂膜或者铌酸锂膜,所述压电膜具有晶轴 $[X_p, Y_p, Z_p]$,所述支承基板具有第1硅层和层叠在所述第1硅层上的第2硅层,在所述支承基板中,与所述第1硅层相比,所述第2硅层位于更靠所述压电膜侧,所述第1硅层以及所述第2硅层的面方位分别为(100)、(110)以及(111)中的任一个,在面方位为(111)的硅层中,将所述 Z_p 轴投影到该硅层的(111)面的方向向量设为 k_{111} ,所述方向向量 k_{111} 和构成该硅层的硅的[11-2]方向所成的角度为角度 α_{111} ,在面方位为(110)的硅层中,将所述 Z_p 轴投影到该硅层的(110)面的方向向量设为 k_{110} ,所述方向向量 k_{110} 和构成该硅层的硅的[001]方向所成的角度为角度 α_{110} ,在面方位为(100)的硅层中,将所述 Z_p 轴投影到该硅层的(100)面的方向向量设为 k_{100} ,所述方向向量 k_{100} 和构成该硅层的硅的[001]方向所成的角度为角度 α_{100} ,将基于所述第1硅层的面方位以及所述压电膜的晶轴的关系规定的角度设为角度 α_1 ,将基于所述第2硅层的面方位以及所述压电膜的晶轴的关系规定的角度设为角度 α_2 ,此时,所述角度 α_1 以及所述角度 α_2 为所述角度 α_{100} 、所述角度 α_{110} 以及所述角度 α_{111} 这3种角度中的任一个,在所述角度 α_1 以及所述角度 α_2 中,种类以及值中的至少一者不同。

[0011] 发明效果

[0012] 根据本发明涉及的弹性波装置,能够在宽频带中抑制高阶模。

附图说明

- [0013] 图1是示出本发明的第1实施方式涉及的弹性波装置的一部分的主视剖视图。
- [0014] 图2是本发明的第1实施方式涉及的弹性波装置的俯视图。
- [0015] 图3是示出硅的晶轴的定义的示意图。
- [0016] 图4是示出硅的(111)面的示意图。
- [0017] 图5是从XY面观察硅的(111)面的晶轴的图。
- [0018] 图6是示出硅的(100)面的示意图。
- [0019] 图7是示出硅的(110)面的示意图。
- [0020] 图8是用于说明方向向量 k_{111} 的示意性剖视图。
- [0021] 图9是用于说明方向向量 k_{111} 的示意性俯视图。
- [0022] 图10是示出硅的[11-2]方向的示意图。
- [0023] 图11是用于说明角度 α_{111} 的示意图。
- [0024] 图12是示出第1比较例以及第2比较例的弹性波装置的一部分的层结构的主视剖视图。
- [0025] 图13是示出第1比较例的弹性波装置中的阻抗频率特性的图。
- [0026] 图14是示出第2比较例的弹性波装置中的阻抗频率特性的图。
- [0027] 图15是示出本发明的第1实施方式涉及的弹性波装置中的阻抗频率特性的图。
- [0028] 图16是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{100}}$ 以及 $\alpha_{2_{100}}$ 的范围的图。
- [0029] 图17是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{100}}$ 以及 $\alpha_{2_{110}}$ 的范围的图。
- [0030] 图18是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{100}}$ 以及 $\alpha_{2_{111}}$ 的范围的图。
- [0031] 图19是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{110}}$ 以及 $\alpha_{2_{100}}$ 的范围的图。
- [0032] 图20是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{110}}$ 以及 $\alpha_{2_{110}}$ 的范围的图。
- [0033] 图21是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{110}}$ 以及 $\alpha_{2_{111}}$ 的范围的图。
- [0034] 图22是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{111}}$ 以及 $\alpha_{2_{100}}$ 的范围的图。
- [0035] 图23是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{111}}$ 以及 $\alpha_{2_{110}}$ 的范围的图。
- [0036] 图24是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{111}}$ 以及 $\alpha_{2_{111}}$ 的范围的图。
- [0037] 图25是示出本发明的第1实施方式的变形例涉及的弹性波装置的一部分的主视剖视图。
- [0038] 图26是示出本发明的第2实施方式涉及的弹性波装置的一部分的主视剖视图。
- [0039] 图27是示出本发明的第1实施方式以及第2实施方式涉及的弹性波装置的相位特性的图。
- [0040] 图28是示出图27中的频率的一部分的范围中的相位特性的图。
- [0041] 图29是示出本发明的第2实施方式涉及的弹性波装置中的第2硅层的厚度和高阶模的相位的关系的图。
- [0042] 图30是示出图29中的第2硅层的厚度的一部分的范围中的第2硅层的厚度和高阶模的相位的关系的图。
- [0043] 图31是示出压电膜的欧拉角中的 θ 和瑞利波的相位的关系的图。
- [0044] 图32是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{100}}$ 以及 $\alpha_{2_{100}}$ 的范围的图。
- [0045] 图33是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{100}}$ 以及 $\alpha_{2_{110}}$ 的范围的图。

- [0046] 图34是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{100}}$ 以及 $\alpha_{2_{111}}$ 的范围的图。
- [0047] 图35是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{110}}$ 以及 $\alpha_{2_{100}}$ 的范围的图。
- [0048] 图36是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{110}}$ 以及 $\alpha_{2_{110}}$ 的范围的图。
- [0049] 图37是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{110}}$ 以及 $\alpha_{2_{111}}$ 的范围的图。
- [0050] 图38是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{111}}$ 以及 $\alpha_{2_{100}}$ 的范围的图。
- [0051] 图39是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{111}}$ 以及 $\alpha_{2_{110}}$ 的范围的图。
- [0052] 图40是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{111}}$ 以及 $\alpha_{2_{111}}$ 的范围的图。
- [0053] 图41是示出本发明的第3实施方式以及第3比较例的弹性波装置的相位特性的图。
- [0054] 图42是示出本发明的第4实施方式涉及的弹性波装置的一部分的主视剖视图。

具体实施方式

- [0055] 以下,参照附图对本发明的具体的实施方式进行说明,由此明确本发明。
- [0056] 另外,需要指出的是,在本说明书记载的各实施方式是例示性的,能够在不同的实施方式间进行结构的部分置换或者组合。
- [0057] 图1是示出本发明的第1实施方式涉及的弹性波装置的一部分的主视剖视图。图2是第1实施方式涉及的弹性波装置的俯视图。另外,图1是图2中的沿着I-I线的剖视图。
- [0058] 如图1所示,弹性波装置1具有支承基板2、第1中间层5和压电膜7。更具体地,在支承基板2上设置有第1中间层5。在第1中间层5上设置有压电膜7。
- [0059] 在压电膜7上设置有IDT电极8。通过对IDT电极8施加交流电压,从而可激励弹性波。如图2所示,在压电膜7上的IDT电极8的弹性波传播方向两侧设置有一对反射器9A以及反射器9B。像这样,本实施方式的弹性波装置1为声表面波谐振器。另外,并不限于此,本发明的弹性波装置也可以是具有多个声表面波谐振器的滤波器装置、多工器等。
- [0060] 如图2所示,IDT电极8具有第1汇流条16、第2汇流条17、多个第1电极指18以及多个第2电极指19。第1汇流条16以及第2汇流条17相互对置。多个第1电极指18的一端分别与第1汇流条16连接。多个第2电极指19的一端分别与第2汇流条17连接。多个第1电极指18以及多个第2电极指19彼此相互交错对插。另外,在本说明书中,将弹性波传播方向设为X方向。将IDT电极8的第1电极指18以及第2电极指19延伸的方向设为Y方向。将IDT电极8、压电膜7以及支承基板2等的厚度方向设为Z方向。
- [0061] IDT电极8、反射器9A以及反射器9B可以由单层的金属膜构成,或者也可以由层叠金属膜构成。
- [0062] 返回到图1,压电膜7为钽酸锂膜。另外,压电膜7只要为钽酸锂膜或者铌酸锂膜即可。压电膜7具有晶轴 $[X_p, Y_p, Z_p]$ 。进而,压电膜7具有正面以及负面。正面以及负面是根据压电膜7的极化方向决定的面。正面是压电膜7中的极化方向为正侧的面。负面是压电膜7中的极化方向为负侧的面。
- [0063] 在此,在将由IDT电极8的电极指间距规定的波长设为 λ 时,压电膜7的厚度为 1λ 以下。由此,能够适当地提高Q值。另外,所谓电极指间距,是指相邻的电极指中的电极指中心间距离。具体地,是指在相邻的电极指各自中将弹性波传播方向即X方向上的中心点彼此连结的距离。在电极指中心间距离不是固定的情况下,设电极指间距为电极指中心间距离的平均值。

[0064] 第1中间层5为氧化硅膜。氧化硅能够通过 SiO_x 来表示。 x 为正数。在本实施方式中,第1中间层5为 SiO_2 膜。不过, x 并不限定于2。第1中间层5只要是包含氧化硅的膜即可。由此,能够改善频率温度特性。

[0065] 在弹性波装置1中,在第1中间层5上直接设置有压电膜7。另外,也可以在第1中间层5上隔着其它中间层间接地设置有压电膜7。或者也可以是,弹性波装置1未必一定具有第1中间层5。也可以在支承基板2上直接设置有压电膜7。

[0066] 支承基板2具有第1硅层3和第2硅层4。在第1硅层3上层叠有第2硅层4。在此,也可以在第1硅层3与第2硅层4之间具有30nm以下程度的粘接层。在支承基板2中,与第1硅层3相比,第2硅层4位于更靠压电膜7侧。

[0067] 在此,将基于硅层的面方位以及压电膜的晶轴的关系规定的角度设为角度 α 。进而,将基于第1硅层3的面方位以及压电膜7的晶轴的关系规定的角度 α 设为角度 α_1 。将基于第2硅层4的面方位以及压电膜7的晶轴的关系规定的角度 α 设为角度 α_2 。角度 α_1 以及角度 α_2 的细节将在后面叙述。

[0068] 本实施方式的特征在于,支承基板2具有第1硅层3以及第2硅层4,并且角度 α_1 以及角度 α_2 不同。所谓角度 α_1 以及角度 α_2 不同,具体地,是指在两个角度中由硅层的面方位决定的角度的种类不同的情况或者值不同的情况。由此,能够在宽频带中抑制高阶模。以下,与晶轴、面方位、角度 α_1 以及角度 α_2 的定义等一起对该效果的细节进行说明。

[0069] 图3是示出硅的晶轴的定义的示意图。图4是示出硅的(111)面的示意图。图5是从XY面观察硅的(111)面的晶轴的图。图6是示出硅的(100)面的示意图。图7是示出硅的(110)面的示意图。

[0070] 上述第1硅层3以及第2硅层4为硅单晶层。如图3所示,硅具有金刚石构造。在本说明书中,构成硅层的硅的晶轴设为 $[X_{\text{Si}}, Y_{\text{Si}}, Z_{\text{Si}}]$ 。在硅中,由于晶体构造的对称性, X_{Si} 轴、 Y_{Si} 轴以及 Z_{Si} 轴分别等价。如图5所示,在(111)面中为面内3重对称,成为在 120° 旋转下等价的晶体构造。

[0071] 本实施方式的第1硅层3的面方位为(111)。所谓面方位为(111),表示是如下的基板或者层,即,在具有金刚石构造的硅的晶体构造中,在与由密勒指数[111]表示的晶轴正交的(111)面处进行了切割。另外,(111)面为图4以及图5所示的面。不过,也包含其它在晶体学上等价的的面。

[0072] 本实施方式的第2硅层4的面方位为(100)。所谓面方位为(100),表示是如下的基板或者层,即,在具有金刚石构造的硅的晶体构造中,在与由密勒指数[100]表示的晶轴正交的(100)面处进行了切割。在(100)面中为面内4重对称,成为在 90° 旋转下等价的晶体构造。另外,(100)面为图6所示的面。

[0073] 另一方面,所谓面方位为(110),表示是如下的基板或者层,即,在具有金刚石构造的硅的晶体构造中,在与由密勒指数[110]表示的晶轴正交的(110)面处进行了切割。在(110)面中为面内2重对称,成为在 180° 旋转下等价的晶体构造。另外,(110)面为图7所示的面。

[0074] 以下,对角度 α 以及后述的方向向量 k 的细节进行说明。另外,角度 α 为 α_{111} 、 α_{110} 以及 α_{100} 这3种角度中的任一个。方向向量 k 为 k_{111} 、 k_{110} 以及 k_{100} 中的任一个。

[0075] 图8是用于说明方向向量 k_{111} 的示意性剖视图。图9是用于说明方向向量 k_{111} 的示意

性俯视图。另外，图8中的硅层104的面方位为(111)。

[0076] 在图8以及图9中，示出压电膜7的欧拉角为 $(0^\circ, -35^\circ, 0^\circ)$ 的情况下的例子。该例子是IDT电极8设置在压电膜7的正面上的例子。硅层104的(111)面与压电膜7相接。

[0077] 在此，如图8所示，将构成压电膜7的压电体 LiTaO_3 的 Z_p 轴投影到硅层104的(111)面的方向向量设为 k_{111} 。如图8以及图9所示，方向向量 k_{111} 与Y方向平行，Y方向是IDT电极8的电极指延伸的方向。

[0078] 图10是示出硅的[11-2]方向的示意图。图11是用于说明角度 α_{111} 的示意图。

[0079] 如图10所示，硅的[11-2]方向在硅的晶体构造中作为 X_{Si} 方向的单位向量、 Y_{Si} 方向的单位向量和 Z_{Si} 方向的单位向量的-2倍的向量的合成向量而示出。如图11所示，角度 α_{111} 是方向向量 k_{111} 和构成硅层104的硅的[11-2]方向所成的角度。另外，如前所述，根据硅的晶体的对称性，[11-2]方向、[1-21]方向和[-211]方向变得等价。

[0080] 另一方面，在面方位为(110)的硅层中，将 Z_p 轴投影到该硅层的(110)面的方向向量设为 k_{110} 。角度 α_{110} 是方向向量 k_{110} 和构成该硅层的硅的[001]方向所成的角度。另外，根据硅的晶体的对称性，[001]方向、[100]方向和[010]方向变得等价。

[0081] 在面方位为(100)的硅层中，将 Z_p 轴投影到该硅层的(100)面的方向向量设为 k_{100} 。角度 α_{100} 是方向向量 k_{100} 和构成该硅层的硅的[001]方向所成的角度。

[0082] 另外，与硅层是直接层叠于压电膜还是隔着其它层间接地层叠于压电膜无关，方向向量 k 以及角度 α 的定义是相同的。在图1所示的情况下，第1硅层3和压电膜7隔着第2硅层4以及第1中间层5而间接地层叠。第2硅层4和压电膜7隔着第1中间层5而间接地层叠。在这些情况下，也基于第1硅层3或者第2硅层4的面方位来规定上述角度 α 。如上所述，基于第1硅层3的面方位以及压电膜7的晶轴的关系规定的角度 α 为角度 α_1 。基于第2硅层4的面方位以及压电膜7的晶轴的关系规定的角度 α 为角度 α_2 。

[0083] 不过，第1硅层3以及第2硅层4的面方位并不限定于上述面方位。第1硅层3以及第2硅层4的面方位分别只要为(100)、(110)以及(111)中的任一个即可。角度 α_1 以及角度 α_2 为角度 α_{100} 、角度 α_{110} 以及角度 α_{111} 这三种角度中的任一个。

[0084] 更具体地，在第1硅层3的面方位为(100)的情况下，角度 α_1 为角度 α_{100} 角度。在第1硅层3的面方位为(110)的情况下，角度 α_1 为角度 α_{110} 。在第1硅层3的面方位为(111)的情况下，角度 α_1 为角度 α_{111} 。

[0085] 同样地，在第2硅层4的面方位为(100)的情况下，角度 α_2 为角度 α_{100} 。在第2硅层4的面方位为(110)的情况下，角度 α_2 为角度 α_{110} 。在第2硅层4的面方位为(111)的情况下，角度 α_2 为角度 α_{111} 。

[0086] 另外，在第1硅层3的面方位为(100)或者(110)的情况下，无论在IDT电极8设置于压电膜7的正面上以及负面上的哪一个的情况下，弹性波装置的行为都相同。在第2硅层4中也是同样的。

[0087] 另一方面，在第1硅层3的面方位为(111)的情况下，在IDT电极8设置于压电膜7的正面上的情况和设置于负面上的情况下，弹性波装置1的行为不同。更具体地，两者示出角度 α_1 彼此相差 60° 的行为。例如，IDT电极8设置在负面上的情况下的角度 α_1 的值为 $\alpha_1 = a$ 时的行为和IDT电极8设置在正面上的情况下的 $\alpha_1 = a + 60^\circ$ 时的行为相同。在第2硅层4中也是同样的。

[0088] 第1硅层3以及第2硅层4的面方位可以相同,也可以不同。在第1硅层3以及第2硅层4的面方位相同的情况下,角度 α_1 以及角度 α_2 为相同种类的角度。在该情况下,只要角度 α_1 以及角度 α_2 的值不同即可。另一方面,在第1硅层3以及第2硅层4的面方位不同的情况下,角度 α_1 以及角度 α_2 为不同种类的角度。在该情况下,角度 α_1 的值以及角度 α_2 的值可以相同,也可以不同。像这样,在角度 α_1 以及角度 α_2 中,只要种类以及值中的至少一者不同即可。

[0089] 通过对本实施方式和第1比较例以及第2比较例进行比较,从而示出根据弹性波装置1能够在宽频带中抑制高阶模。

[0090] 如图12所示,第1比较例以及第2比较例与第1实施方式的不同点在于,支承基板102由单层的硅层构成。第1比较例中的支承基板102的面方位为(111),第2比较例中的支承基板102的面方位为(100)。

[0091] 对具有第1实施方式的结构的弹性波装置和第1比较例以及第2比较例的弹性波装置的阻抗频率特性进行了比较。另外,具有第1实施方式的结构的弹性波装置的设计参数如下。

[0092] 第1硅层3:面方位…(111),欧拉角 $(-45^\circ, -54.7^\circ, 0)$,厚度… $20\mu\text{m}$

[0093] 第2硅层4:面方位…(100),欧拉角 $(0^\circ, 0^\circ, 45^\circ)$,厚度… $1\mu\text{m}$ 第1中间层5:材料… SiO_2 ,厚度… 300nm

[0094] 压电膜7:材料… 40°Y 切割X传播 LiTaO_3 ,欧拉角 $(0^\circ, 130^\circ, 0^\circ)$,厚度… 400nm

[0095] 角度 α_1 :种类…角度 α_{111} ,值… 0°

[0096] 角度 α_2 :种类…角度 α_{100} ,值… 45°

[0097] IDT电极8的层结构:层结构…从压电膜7侧起为Ti层/ AlCu 层(1重量%的Cu)/Ti层,厚度…从压电膜7侧起为 $12\text{nm}/100\text{nm}/4\text{nm}$

[0098] IDT电极8的波长 λ : $2\mu\text{m}$

[0099] IDT电极8的占空比:0.5

[0100] 第1比较例除了支承基板102的面方位为(111)且欧拉角为 $(-45^\circ, -54.7^\circ, 73^\circ)$ 这一点以外,是与具有第1实施方式的结构的弹性波装置同样的设计参数。第2比较例除了支承基板102的面方位为(100)且欧拉角为 $(0^\circ, 0^\circ, 0^\circ)$ 这一点以外,是与具有第1实施方式的结构的弹性波装置同样的设计参数。

[0101] 图13是示出第1比较例的弹性波装置中的阻抗频率特性的图。图14是示出第2比较例的弹性波装置中的阻抗频率特性的图。图15是示出第1实施方式涉及的弹性波装置中的阻抗频率特性的图。

[0102] 如图13中的箭头A所示,在第1比较例中,在谐振频率的2.2倍附近产生了高阶模。如图14中的箭头B所示,在第2比较例中,在谐振频率的1.5倍附近产生了高阶模。与它们相对地,如图15中的箭头C以及箭头D所示,可知在第1实施方式中,抑制了谐振频率的1.5倍附近以及2.2倍附近的双方的高阶模。像这样,在第1实施方式中,能够在宽频带中抑制高阶模。

[0103] 在此,在具有与图1所示的结构同样的结构的弹性波装置中,使角度 α_1 以及角度 α_2 变化,并测定了高阶模的相位。由此,求出能够有效地抑制高阶模的角度 α_1 以及角度 α_2 的组合。求出高阶模的相位的各个弹性波装置的设计参数除了第1硅层3的面方位、第2硅层4的面方位、角度 α_1 或者角度 α_2 以外,与求出图15所示的阻抗频率特性的弹性波装置相同。在求

出高阶模的相位的各个弹性波装置中, IDT电极8设置在压电膜7的负面上。

[0104] 另外, 在硅层的(100)面中为面内4重对称, 成为在 90° 旋转下等价的晶体构造。因此, 在第1硅层3的面方位为(100)的情况下, 将角度 α_1 的值设为 $\alpha_1 = \alpha_{1_{100}} + 90 \times n$ 。 n 为整数(0, $\pm 1, \pm 2, \dots$)。在第2硅层4的面方位为(100)的情况下, 将角度 α_2 的值设为 $\alpha_2 = \alpha_{2_{100}} + 90 \times m$ 。 m 为整数(0, $\pm 1, \pm 2, \dots$)。 n 以及 m 可以相同, 也可以不同。

[0105] 在硅层的(110)面中为面内2重对称, 成为在 180° 旋转下等价的晶体构造。因此, 在第1硅层3的面方位为(110)的情况下, 将角度 α_1 的值设为 $\alpha_1 = \alpha_{1_{110}} + 180 \times n$ 。在第2硅层4的面方位为(110)的情况下, 将角度 α_2 的值设为 $\alpha_2 = \alpha_{2_{110}} + 180 \times m$ 。

[0106] 在第1硅层3的面方位为(100)或者(110)的情况下, 无论在IDT电极8设置于压电膜7的正面上以及负面上的哪一个的情况下, 弹性波装置的行为都相同。在第2硅层4中也是同样的。因此, 在第1硅层3的面方位为(100)或者(110)的情况下, 无论在IDT电极8设置于正面上以及负面上的哪一个的情况下, 角度 α_1 的值都表示为相同的值。在第2硅层4的面方位为(100)或者(110)的情况下, 无论在IDT电极8设置于正面上以及负面上的哪一个的情况下, 角度 α_2 的值都表示为相同的值。

[0107] 在硅层的(111)面中为面内3重对称, 成为在 120° 旋转下等价的晶体构造。进而, 在用于测定高阶模的相位的弹性波装置中, IDT电极8设置在压电膜7的负面上。因此, 在第1硅层3的面方位为(111)的情况下, 将IDT电极8设置在压电膜7的负面上的情况下的角度 α_1 的值设为 $\alpha_1 = \alpha_{1_{111}} + 120 \times n$ 。在此, 在第1硅层3的面方位为(111)的情况下, 在IDT电极8设置于压电膜7的正面上的情况和设置于负面上的情况下, 弹性波装置示出角度 α_1 彼此相差 60° 的行为。因此, 第1硅层3的面方位为(111)且IDT电极8设置在压电膜7的正面上的情况下的角度 α_1 的值设为 $\alpha_1 = \alpha_{1_{111}} + 60 + 120 \times n$ 。同样地, 在第2硅层4的面方位为(111)的情况下, 将IDT电极8设置在压电膜7的负面上的情况下的角度 α_2 的值设为 $\alpha_2 = \alpha_{2_{111}} + 120 \times m$ 。第2硅层4的面方位为(111)且IDT电极8设置在压电膜7的正面上的情况下的角度 α_2 的值设为 $\alpha_2 = \alpha_{2_{111}} + 60 + 120 \times m$ 。

[0108] 对使角度 α_1 以及角度 α_2 变化的范围的细节进行说明。将第1硅层3的面方位设为(100)、(110)或者(111), 使角度 α_1 变化。在将第1硅层3的面方位设为(100)的情况下, 使 $\alpha_{1_{100}}$ 在 0° 以上且 45° 以下的范围每隔 5° 进行变化。在将第1硅层3的面方位设为(110)的情况下, 使 $\alpha_{1_{110}}$ 在 0° 以上且 90° 以下的范围每隔 10° 进行变化。在将第1硅层3的面方位设为(111)的情况下, 使 $\alpha_{1_{111}}$ 在 0° 以上且 60° 以下的范围每隔 5° 进行变化。进而, 将第2硅层4的面方位设为(100)、(110)或者(111), 使角度 α_2 变化。在将第2硅层4的面方位设为(100)的情况下, 使 $\alpha_{2_{100}}$ 在 0° 以上且 45° 以下的范围每隔 5° 进行变化。在将第2硅层4的面方位设为(110)的情况下, 使 $\alpha_{2_{110}}$ 在 0° 以上且 90° 以下的范围每隔 10° 进行变化。在将第2硅层4的面方位设为(111)的情况下, 使 $\alpha_{2_{111}}$ 在 0° 以上且 60° 以下的范围每隔 5° 进行变化。每当使角度 α_1 以及角度 α_2 变化时, 测定了高阶模。测定的高阶模是谐振频率的3.0倍以下的高阶模。

[0109] 以下, 通过附图以及表, 示出高阶模的相位成为 -70deg 以下的角度 α_1 以及角度 α_2 的范围。另外, 在本说明书中, [deg]和 $[\circ]$ 设为同样的单位。

[0110] 图16是示出高阶模的相位成为 -70deg 以下的 $\alpha_{1_{100}}$ 以及 $\alpha_{2_{100}}$ 的范围的图。另外, 在图16中, 通过影线示出高阶模的相位成为 -70deg 以下的范围。在图16以外的示出高阶模的相位成为 -70deg 以下的范围的图中也是同样的。

[0111] 通过表1示出图16所示的高阶模的相位成为-70deg以下的范围。

[0112] 另外,可知在角度 α 中,在 $\pm 2.5^\circ$ 的范围内或者 $\pm 5^\circ$ 的范围内,对高阶模的影响不大。因此,在表1中,各个 $\alpha_{1_{100}}$ 以及 $\alpha_{2_{100}}$ 记载为 $\pm 2.5^\circ$ 的范围内。在本说明书以及各表中,例如, $0+2.5^\circ$ 示出 -2.5° 以上且小于 2.5° 的范围。在表1以外的表中,有时也将角度 α 记载为 $\pm 5^\circ$ 的范围内。

[0113] [表1]

[0114]

条件	$\alpha_{1_{100}} (^\circ)$	$\alpha_{2_{100}} (^\circ)$
1	20 ± 2.5	0 ± 2.5
2	20 ± 2.5	5 ± 2.5
3	20 ± 2.5	10 ± 2.5
4	20 ± 2.5	15 ± 2.5

[0115] 在 $\alpha_{1_{100}}$ 以及 $\alpha_{2_{100}}$ 为表1所示的任一个组合的情况下,能够将高阶模的相位抑制在-70deg以下。因此,在表1所示的条件下,能够有效地抑制高阶模。

[0116] 图17是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{100}}$ 以及 $\alpha_{2_{110}}$ 的范围的图。通过表2示出图17所示的高阶模的相位成为-70deg以下的范围。

[0117] [表2]

[0118]

条件	$\alpha_{1_{100}} (^\circ)$	$\alpha_{2_{110}} (^\circ)$
1	20 ± 2.5	80 ± 5
2	20 ± 2.5	90 ± 5

[0119] 在 $\alpha_{1_{100}}$ 以及 $\alpha_{2_{110}}$ 为表2所示的任一个组合的情况下,能够有效地抑制高阶模。

[0120] 图18是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{100}}$ 以及 $\alpha_{2_{111}}$ 的范围的图。通过表3示出图18所示的高阶模的相位成为-70deg以下的范围。

[0121] [表3]

[0122]

条件	$\alpha_{1_{100}} (^\circ)$	$\alpha_{2_{111}} (^\circ)$
1	15 ± 2.5	20 ± 2.5
2	25 ± 2.5	5 ± 2.5
3	30 ± 2.5	5 ± 2.5
4	40 ± 2.5	0 ± 2.5
5	40 ± 2.5	60 ± 2.5
6	45 ± 2.5	0 ± 2.5
7	45 ± 2.5	55 ± 2.5
8	45 ± 2.5	60 ± 2.5

[0123] 在 $\alpha_{1_{100}}$ 以及 $\alpha_{2_{111}}$ 为表3所示的任一个组合的情况下,能够有效地抑制高阶模。

[0124] 图19是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{110}}$ 以及 $\alpha_{2_{100}}$ 的范围的图。通过表4示出图19所示的高阶模的相位成为-70deg以下的范围。进而,通过表5示出高阶模的相位成为-80deg以下的范围。

[0125] [表4]

[0126]

条件	$\alpha_{110}(^\circ)$	$\alpha_{2100}(^\circ)$	条件	$\alpha_{110}(^\circ)$	$\alpha_{2100}(^\circ)$	条件	$\alpha_{110}(^\circ)$	$\alpha_{2100}(^\circ)$
1	0±5	0±2.5	36	30±5	30±2.5	71	70±5	5±2.5
2	0±5	5±2.5	37	30±5	35±2.5	72	70±5	10±2.5
3	0±5	10±2.5	38	30±5	40±2.5	73	70±5	15±2.5
4	0±5	15±2.5	39	30±5	45±2.5	74	70±5	20±2.5
5	0±5	20±2.5	40	40±5	0±2.5	75	70±5	25±2.5
6	0±5	25±2.5	41	40±5	5±2.5	76	70±5	30±2.5
7	0±5	30±2.5	42	40±5	10±2.5	77	70±5	35±2.5
8	0±5	35±2.5	43	40±5	15±2.5	78	70±5	40±2.5
9	0±5	40±2.5	44	40±5	20±2.5	79	70±5	45±2.5
10	0±5	45±2.5	45	40±5	25±2.5	80	80±5	0±2.5
11	10±5	0±2.5	46	40±5	30±2.5	81	80±5	5±2.5
12	10±5	5±2.5	47	40±5	35±2.5	82	80±5	10±2.5
13	10±5	10±2.5	48	40±5	40±2.5	83	80±5	15±2.5
14	10±5	15±2.5	49	40±5	45±2.5	84	80±5	20±2.5
15	10±5	20±2.5	50	50±5	0±2.5	85	80±5	25±2.5
16	10±5	25±2.5	51	50±5	5±2.5	86	80±5	30±2.5
17	10±5	30±2.5	52	50±5	10±2.5	87	80±5	35±2.5
18	10±5	35±2.5	53	50±5	15±2.5	88	80±5	40±2.5
19	10±5	40±2.5	54	50±5	20±2.5	89	80±5	45±2.5
20	10±5	45±2.5	55	50±5	25±2.5	90	90±5	0±2.5
21	20±5	0±2.5	56	50±5	30±2.5	91	90±5	5±2.5
22	20±5	5±2.5	57	50±5	35±2.5	92	90±5	10±2.5
23	20±5	10±2.5	58	50±5	40±2.5	93	90±5	15±2.5
24	20±5	15±2.5	59	50±5	45±2.5	94	90±5	20±2.5
25	20±5	20±2.5	60	60±5	0±2.5	95	90±5	25±2.5
26	20±5	25±2.5	61	60±5	5±2.5	96	90±5	30±2.5
27	20±5	30±2.5	62	60±5	10±2.5	97	90±5	35±2.5
28	20±5	35±2.5	63	60±5	15±2.5	98	90±5	40±2.5
29	20±5	40±2.5	64	60±5	20±2.5	99	90±5	45±2.5
30	20±5	45±2.5	65	60±5	25±2.5			
31	30±5	5±2.5	66	60±5	30±2.5			
32	30±5	10±2.5	67	60±5	35±2.5			
33	30±5	15±2.5	68	60±5	40±2.5			
34	30±5	20±2.5	69	60±5	45±2.5			
35	30±5	25±2.5	70	70±5	0±2.5			

[0127] [表5]

[0128]

条件	$\alpha_{110}(^\circ)$	$\alpha_{2100}(^\circ)$
1	40±5	0±2.5
2	40±5	5±2.5
3	40±5	10±2.5

[0129] 在 α_{110} 以及 α_{2100} 为表4所示的任一个组合的情况下,能够有效地抑制高阶模。进而,在 α_{110} 以及 α_{2100} 为表5所示的任一个组合的情况下,能够将高阶模的相位抑制在-80deg以下。因此,在表5所示的条件下,能够更进一步抑制高阶模。

[0130] 图20是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 α_{110} 以及 α_{2110} 的范围的图。通过表6示出图20所示的高阶模的相位成为-70deg以下的范围。进而,通过表7示出高阶模的相位成为-80deg以下的范围。

[0131] [表6]

[0132]

条件	$\alpha_{110}(^\circ)$	$\alpha_{2110}(^\circ)$
1	0±5	70±5

2	0±5	80±5
3	0±5	90±5
4	10±5	70±5
5	10±5	80±5
6	10±5	90±5
7	20±5	70±5
8	20±5	80±5
9	20±5	90±5
10	30±5	50±5
11	30±5	60±5
12	30±5	70±5
13	30±5	80±5
14	30±5	90±5
15	40±5	50±5
16	40±5	60±5
17	40±5	70±5
18	40±5	80±5
19	40±5	90±5
20	50±5	60±5
21	50±5	70±5
22	50±5	80±5
23	50±5	90±5
24	70±5	90±5

[0133] [表7]

[0134]

条件	$\alpha_{110} (^{\circ})$	$\alpha_{2110} (^{\circ})$
1	0±5	80±5
2	0±5	90±5
3	10±5	80±5
4	10±5	90±5
5	20±5	80±5
6	20±5	90±5
7	30±5	60±5
8	30±5	70±5
9	30±5	80±5
10	30±5	90±5
11	40±5	60±5
12	40±5	70±5
13	40±5	80±5
14	40±5	90±5

15	50±5	60±5
----	------	------

[0135] 在 α_{110} 以及 α_{211} 为表6所示的任一个组合的情况下,能够有效地抑制高阶模。进而,在 α_{110} 以及 α_{211} 为表7所示的任一个组合的情况下,能够更进一步抑制高阶模。

[0136] 图21是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 α_{110} 以及 α_{211} 的范围的图。通过表8示出图21所示的高阶模的相位成为-70deg以下的范围。进而,通过表9示出高阶模的相位成为-80deg以下的范围。

[0137] [表8]

条件	$\alpha_{110}(^\circ)$	$\alpha_{211}(^\circ)$	条件	$\alpha_{110}(^\circ)$	$\alpha_{211}(^\circ)$
1	0±5	35±2.5	31	40±5	5±2.5
2	0±5	40±2.5	32	40±5	10±2.5
3	0±5	45±2.5	33	40±5	15±2.5
4	0±5	50±2.5	34	40±5	20±2.5
5	10±5	35±2.5	35	40±5	25±2.5
6	10±5	40±2.5	36	40±5	30±2.5
7	10±5	45±2.5	37	40±5	35±2.5
8	10±5	55±2.5	38	40±5	40±2.5
9	10±5	60±2.5	39	40±5	45±2.5
10	20±5	5±2.5	40	40±5	50±2.5
11	20±5	10±2.5	41	40±5	55±2.5
12	20±5	15±2.5	42	40±5	60±2.5
13	20±5	35±2.5	43	50±5	0±2.5
14	20±5	40±2.5	44	50±5	5±2.5
15	20±5	45±2.5	45	50±5	10±2.5
16	20±5	50±2.5	46	50±5	15±2.5
17	20±5	55±2.5	47	50±5	20±2.5
18	20±5	60±2.5	48	50±5	25±2.5
19	30±5	0±2.5	49	50±5	40±2.5
20	30±5	5±2.5	50	50±5	45±2.5
21	30±5	10±2.5	51	50±5	50±2.5
22	30±5	15±2.5	52	50±5	55±2.5
23	30±5	20±2.5	53	50±5	60±2.5
24	30±5	25±2.5	54	80±5	0±2.5
25	30±5	30±2.5	55	80±5	5±2.5
26	30±5	35±2.5			
27	30±5	40±2.5			
28	30±5	45±2.5			
29	30±5	50±2.5			
30	40±5	0±2.5			

[0138]

[0139] [表9]

条件	$\alpha_{110}(^\circ)$	$\alpha_{211}(^\circ)$
1	80±5	0±2.5
2	80±5	5±2.5

[0141] 在 α_{110} 以及 α_{211} 为表8所示的任一个组合的情况下,能够有效地抑制高阶模。进而,在 α_{110} 以及 α_{211} 为表9所示的任一个组合的情况下,能够更进一步抑制高阶模。

[0142] 图22是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 α_{111} 以及 α_{210} 的范围的图。通过表10示出图22所示的高阶模的相位成为-70deg以下的范围。进而,通过表11示出高阶模的相位

成为-80deg以下的范围。

[0143] [表10]

条件	$\alpha_{1_{111}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{100}}(^{\circ})$	条件	$\alpha_{1_{111}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{100}}(^{\circ})$	条件	$\alpha_{1_{111}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{100}}(^{\circ})$
1	0±2.5	0±2.5	31	20±2.5	45±2.5	61	45±2.5	20±2.5
2	0±2.5	5±2.5	32	25±2.5	0±2.5	62	45±2.5	30±2.5
3	0±2.5	10±2.5	33	25±2.5	5±2.5	63	45±2.5	35±2.5
4	0±2.5	35±2.5	34	25±2.5	10±2.5	64	45±2.5	40±2.5
5	0±2.5	40±2.5	35	30±2.5	0±2.5	65	45±2.5	45±2.5
6	0±2.5	45±2.5	36	30±2.5	5±2.5	66	50±2.5	0±2.5
7	5±2.5	0±2.5	37	30±2.5	10±2.5	67	50±2.5	5±2.5
8	5±2.5	5±2.5	38	30±2.5	15±2.5	68	50±2.5	10±2.5
9	5±2.5	10±2.5	39	30±2.5	20±2.5	69	50±2.5	15±2.5
10	5±2.5	35±2.5	40	30±2.5	25±2.5	70	50±2.5	20±2.5
11	5±2.5	40±2.5	41	35±2.5	0±2.5	71	50±2.5	35±2.5
12	5±2.5	45±2.5	42	35±2.5	5±2.5	72	50±2.5	40±2.5
13	10±2.5	0±2.5	43	35±2.5	10±2.5	73	50±2.5	45±2.5
14	10±2.5	5±2.5	44	35±2.5	15±2.5	74	55±2.5	0±2.5
15	10±2.5	10±2.5	45	35±2.5	20±2.5	75	55±2.5	5±2.5
16	10±2.5	35±2.5	46	35±2.5	25±2.5	76	55±2.5	15±2.5
17	10±2.5	40±2.5	47	35±2.5	30±2.5	77	55±2.5	20±2.5
18	10±2.5	45±2.5	48	35±2.5	35±2.5	78	55±2.5	35±2.5
19	15±2.5	0±2.5	49	35±2.5	40±2.5	79	55±2.5	40±2.5
20	15±2.5	5±2.5	50	40±2.5	0±2.5	80	55±2.5	45±2.5
21	15±2.5	10±2.5	51	40±2.5	5±2.5	81	60±2.5	5±2.5
22	15±2.5	35±2.5	52	40±2.5	10±2.5	82	60±2.5	10±2.5
23	15±2.5	40±2.5	53	40±2.5	20±2.5	83	60±2.5	15±2.5
24	15±2.5	45±2.5	54	40±2.5	30±2.5	84	60±2.5	20±2.5
25	20±2.5	0±2.5	55	40±2.5	35±2.5	85	60±2.5	35±2.5
26	20±2.5	5±2.5	56	40±2.5	40±2.5	86	60±2.5	40±2.5
27	20±2.5	10±2.5	57	40±2.5	45±2.5	87	60±2.5	45±2.5
28	20±2.5	30±2.5	58	45±2.5	0±2.5			
29	20±2.5	35±2.5	59	45±2.5	5±2.5			
30	20±2.5	40±2.5	60	45±2.5	10±2.5			

[0144]

[0145] [表11]

[0146]

条件	$\alpha_{1_{111}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{100}}(^{\circ})$
1	0±2.5	40±2.5
2	0±2.5	45±2.5
3	5±2.5	40±2.5
4	5±2.5	45±2.5
5	10±2.5	40±2.5
6	10±2.5	45±2.5
7	15±2.5	40±2.5
8	15±2.5	45±2.5

[0147] 在 $\alpha_{1_{111}}$ 以及 $\alpha_{2_{100}}$ 为表10所示的任一个组合的情况下,能够有效地抑制高阶模。进而,在 $\alpha_{1_{111}}$ 以及 $\alpha_{2_{100}}$ 为表11所示的任一个组合的情况下,能够更进一步抑制高阶模。

[0148] 图23是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{111}}$ 以及 $\alpha_{2_{110}}$ 的范围的图。通过表12示出图23所示的高阶模的相位成为-70deg以下的范围。进而,通过表13示出高阶模的相位成为-80deg以下的范围。

[0149] [表12]

[0150]

条件	$\alpha_{1_{111}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{110}}(^{\circ})$
1	0 ± 2.5	80 ± 5
2	0 ± 2.5	90 ± 5
3	5 ± 2.5	80 ± 5
4	5 ± 2.5	90 ± 5
5	10 ± 2.5	80 ± 5
6	10 ± 2.5	90 ± 5
7	15 ± 2.5	80 ± 5
8	15 ± 2.5	90 ± 5
9	20 ± 2.5	80 ± 5
10	20 ± 2.5	90 ± 5
11	25 ± 2.5	70 ± 5
12	25 ± 2.5	90 ± 5
13	30 ± 2.5	60 ± 5
14	$30^* \pm 2.5$	70 ± 5
15	30 ± 2.5	80 ± 5
16	30 ± 2.5	90 ± 5
17	35 ± 2.5	70 ± 5
18	35 ± 2.5	80 ± 5
19	35 ± 2.5	90 ± 5
20	40 ± 2.5	60 ± 5
21	40 ± 2.5	70 ± 5
22	40 ± 2.5	80 ± 5
23	40 ± 2.5	90 ± 5
24	45 ± 2.5	60 ± 5
25	45 ± 2.5	70 ± 5
26	45 ± 2.5	80 ± 5
27	45 ± 2.5	90 ± 5
28	50 ± 2.5	60 ± 5
29	50 ± 2.5	70 ± 5
30	50 ± 2.5	80 ± 5
31	50 ± 2.5	90 ± 5
32	55 ± 2.5	60 ± 5
33	55 ± 2.5	70 ± 5
34	55 ± 2.5	80 ± 5
35	55 ± 2.5	90 ± 5
36	60 ± 2.5	70 ± 5
37	60 ± 2.5	80 ± 5

38	60±2.5	90±5
----	--------	------

[0151] [表13]

[0152]

条件	$\alpha_{111} (^{\circ})$	$\alpha_{2110} (^{\circ})$
1	30±2.5	80±5
2	30±2.5	90±5
3	35±2.5	80±5
4	35±2.5	90±5
5	40±2.5	60±5
6	40±2.5	80±5
7	45±2.5	60±5

[0153] 在 α_{111} 以及 α_{2110} 为表12所示的任一个组合的情况下,能够有效地抑制高阶模。进而,在 α_{111} 以及 α_{2110} 为表13所示的任一个组合的情况下,能够更进一步抑制高阶模。

[0154] 图24是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 α_{111} 以及 α_{2111} 的范围的图。通过表14示出图24所示的高阶模的相位成为-70deg以下的范围。

[0155] [表14]

条件	$\alpha_{111} (^{\circ})$	$\alpha_{2111} (^{\circ})$	条件	$\alpha_{111} (^{\circ})$	$\alpha_{2111} (^{\circ})$
1	0±2.5	40±2.5	26	25±2.5	5±2.5
2	0±2.5	45±2.5	27	25±2.5	40±2.5
3	0±2.5	50±2.5	28	25±2.5	45±2.5
4	0±2.5	55±2.5	29	25±2.5	50±2.5
5	0±2.5	60±2.5	30	25±2.5	55±2.5
6	5±2.5	40±2.5	31	25±2.5	60±2.5
7	5±2.5	45±2.5	32	30±2.5	0±2.5
8	5±2.5	50±2.5	33	30±2.5	5±2.5
9	5±2.5	55±2.5	34	30±2.5	10±2.5
10	5±2.5	60±2.5	35	30±2.5	15±2.5
11	10±2.5	40±2.5	36	30±2.5	40±2.5
12	10±2.5	45±2.5	37	30±2.5	45±2.5
13	10±2.5	50±2.5	38	30±2.5	50±2.5
14	10±2.5	55±2.5	39	30±2.5	55±2.5
15	10±2.5	60±2.5	40	30±2.5	60±2.5
16	15±2.5	40±2.5	41	35±2.5	10±2.5
17	15±2.5	45±2.5	42	35±2.5	15±2.5
18	15±2.5	50±2.5	43	35±2.5	60±2.5
19	15±2.5	55±2.5	44	40±2.5	60±2.5
20	15±2.5	60±2.5	45	50±2.5	55±2.5
21	20±2.5	45±2.5	46	50±2.5	60±2.5
22	20±2.5	50±2.5			
23	20±2.5	55±2.5			
24	20±2.5	60±2.5			
25	25±2.5	0±2.5			

[0156]

[0157] 在 α_{111} 以及 α_{2111} 为表14所示的任一个组合的情况下,能够有效地抑制高阶模。

[0158] 如图1所示,在第1实施方式中,在支承基板2与压电膜7之间设置有第1中间层5。另外,也可以不设置第1中间层5。在图25所示的第1实施方式的变形例中,在支承基板2中的第2硅层4上直接设置有压电膜7。在该情况下,也与第1实施方式同样地,能够在宽频带中抑制

高阶模。

[0159] 第2硅层4的厚度优选为第1硅层3的厚度以下。第2硅层4的厚度更优选比第1硅层3的厚度薄。在这些情况下,由IDT电极8激励的波在第1硅层3中适当地传播,因此可适当地发挥在宽范围抑制高阶模的效果。

[0160] 图26是示出第2实施方式涉及的弹性波装置的一部分的主视剖视图。

[0161] 本实施方式与第1实施方式的不同点在于,在第1中间层5与压电膜7之间设置有第2中间层26。除了上述的方面以外,本实施方式的弹性波装置具有与第1实施方式的弹性波装置1同样的结构。

[0162] 本实施方式中的第1硅层3的面方位为(111),欧拉角为 $(-45^\circ, -54.7^\circ, 0^\circ)$,角度 α_1 为角度 α_{111} ,角度 α_1 的值为 0° 。第2硅层4的面方位为(100),欧拉角为 $(0^\circ, 0^\circ, 45^\circ)$,角度 α_2 为角度 α_{100} ,角度 α_2 的值为 45° 。第2中间层26为氮化硅膜。另外,第2中间层26只要是包含氮化硅的膜即可。

[0163] 在本实施方式中,也能够宽频带中抑制高阶模。以下,通过对第2实施方式和第1实施方式进行比较,从而对此进行示出。另外,具有第2实施方式的结构的弹性波装置的设计参数如下。

[0164] 第1硅层3:面方位…(111),欧拉角 $(-45^\circ, -54.7^\circ, 0)$,厚度… $20\mu\text{m}$

[0165] 第2硅层4:面方位…(100),欧拉角 $(0^\circ, 0^\circ, 45^\circ)$,厚度… $1\mu\text{m}$

[0166] 第1中间层5:材料… SiO_2 ,厚度… 300nm

[0167] 第2中间层26:材料… SiN ,厚度… 50nm

[0168] 压电膜7:材料… 40°Y 切割 X 传播 LiTaO_3 ,欧拉角 $(0^\circ, 130^\circ, 0^\circ)$,厚度… 400nm

[0169] 角度 α_1 :种类…角度 α_{111} ,值… 0°

[0170] 角度 α_2 :种类…角度 α_{100} ,值… 45°

[0171] IDT电极8的层结构;层结构…从压电膜7侧起为Ti层/ AlCu 层(1重量%的Cu)/Ti层,厚度…从压电膜7侧起为 $12\text{nm}/100\text{nm}/4\text{nm}$

[0172] IDT电极8的波长 λ : $2\mu\text{m}$

[0173] IDT电极8的占空比:0.5

[0174] 图27是示出第1实施方式以及第2实施方式涉及的弹性波装置的相位特性的图。图28是示出图27中的频率的一部分的范围中的相位特性的图。

[0175] 在第1实施方式以及第2实施方式这两者中,能够抑制图27中的单点划线所示的宽频带的高阶模。如图28所示,对第1实施方式以及第2实施方式中的高阶模的波形中的最高的部分进行比较可知,在第2实施方式中,更进一步抑制了高阶模。

[0176] 压电膜7只要为钽酸锂膜或者铌酸锂膜即可。另一方面,第2中间层26为氮化硅膜。在该情况下,在第2中间层26传播的体波(Bulk wave)的声速比在压电膜7传播的弹性波的声速高。像这样,第2中间层26为高声速膜。在本实施方式中,通过层叠有作为高声速膜的2中间层26,从而能够更进一步抑制高阶模。

[0177] 在此,使第2硅层4的厚度不同,并测定了高阶模的相位。测定的高阶模是谐振频率的3.0倍以下的高阶模。更具体地,使第2硅层4的厚度在 $0.1\mu\text{m}$ 以上且 $3\mu\text{m}$ 以下的范围每隔 $0.1\mu\text{m}$ 进行变化。另外,波长 λ 设为 $2\mu\text{m}$ 。因此,若设为基于 λ 的表述,则使第2硅层4的厚度在 0.05λ 以上且 1.5λ 以下的范围每隔 0.05λ 进行变化。对高阶模的相位进行了测定的弹性波装

置的设计参数如下。

- [0178] 第1硅层3:面方位…(111),欧拉角 $(-45^\circ, -54.7^\circ, 0)$,厚度… $20\mu\text{m}$
- [0179] 第2硅层4:面方位…(100),欧拉角 $(0^\circ, 0^\circ, 45^\circ)$,厚度…使其在 $0.1\mu\text{m}$ 以上且 $3\mu\text{m}$ 以下的范围每隔 $0.1\mu\text{m}$ 进行变化。
- [0180] 第1中间层5:材料… SiO_2 ,厚度… 300nm
- [0181] 第2中间层26:材料… SiN ,厚度… 50nm
- [0182] 压电膜7:材料… 40°Y 切割 X 传播 LiTaO_3 ,欧拉角 $(0^\circ, 130^\circ, 0^\circ)$,厚度… 400nm
- [0183] 角度 α_1 :种类…角度 α_{111} ,值… 0°
- [0184] 角度 α_2 :种类…角度 α_{100} ,值… 45°
- [0185] IDT电极8的层结构:层结构…从压电膜7侧起为Ti层/ AlCu 层(1重量%的Cu)/Ti层,厚度…从压电膜7侧起为 $12\text{nm}/100\text{nm}/4\text{nm}$
- [0186] IDT电极8的波长 λ : $2\mu\text{m}$
- [0187] IDT电极8的占空比:0.5

[0188] 图29是示出第2实施方式涉及的弹性波装置中的第2硅层的厚度和高阶模的相位的关系的图。图30是示出图29中的第2硅层的厚度的一部分的范围中的第2硅层的厚度和高阶模的相位的关系的图。

[0189] 如图29以及图30所示,在第2硅层4的厚度为 0.3λ 以上且 0.8λ 以下的情况下,能够将高阶模抑制在 -65deg 以下。进而,在第2硅层4的厚度为 0.4λ 以上且 0.6λ 以下的情况下,能够将高阶模抑制在不足 -81deg 。因此,第2硅层4的厚度优选为 0.3λ 以上且 0.8λ 以下,更优选为 0.4λ 以上且 0.6λ 以下。由此,能够有效地抑制高阶模。

[0190] 进而,使压电膜7的欧拉角 (Φ, θ, ψ) 中的 θ 变化,并测定了作为无用波的瑞利波的相位。另外,欧拉角中的 Φ 以及 ψ 设为 0° 。对瑞利波的相位进行了测定的弹性波装置的设计参数如下。

- [0191] 第1硅层3:面方位…(111),欧拉角 $(-45^\circ, -54.7^\circ, 0)$,厚度… $20\mu\text{m}$
- [0192] 第2硅层4:面方位…(100),欧拉角 $(0^\circ, 0^\circ, 45^\circ)$,厚度… $1\mu\text{m}$
- [0193] 第1中间层5:材料… SiO_2 ,厚度… 300nm
- [0194] 第2中间层26:材料… SiN ,厚度… 50nm
- [0195] 压电膜7:材料… Y 切割 X 传播 LiTaO_3 ,切割角…使其在 0° 以上且 60° 以下的范围每隔 5° 进行变化。欧拉角 $(0^\circ, \theta, 0^\circ)$ 中的 θ …使其在 90° 以上且 150° 以下的范围每隔 5° 进行变化。厚度… 400nm
- [0196] 角度 α_1 :种类…角度 α_{111} ,值… 0°
- [0197] 角度 α_2 :种类…角度 α_{100} ,值… 45°
- [0198] IDT电极8的层结构:层结构…从压电膜7侧起Ti层/ AlCu 层(1重量%的Cu)/Ti层,厚度…从压电膜7侧起 $12\text{nm}/100\text{nm}/4\text{nm}$
- [0199] IDT电极8的波长 λ : $2\mu\text{m}$
- [0200] IDT电极8的占空比:0.5

[0201] 图31是示出压电膜的欧拉角中的 θ 和瑞利波的相位的关系的图。

[0202] 如图31所示,在压电膜7的欧拉角中的 θ 为 113° 以上且 139° 以下的情况下,能够将作为无用波的瑞利波的相位抑制在 -60deg 以下。进而,在 θ 为 122° 以上且 132° 以下的情况

下,能够将瑞利波的相位抑制在大约 -85deg 以下。因此,压电膜7的欧拉角中的 θ 优选为 113° 以上且 139° 以下,更优选为 122° 以上且 132° 以下。由此,能够有效地抑制作为无用波的瑞利波。

[0203] 在此,在具有与图26所示的结构同样的结构的弹性波装置中,使角度 α_1 以及角度 α_2 变化,并测定了高阶模的相位。由此,求出能够有效地抑制高阶模的角度 α_1 以及角度 α_2 的组合。求出高阶模的相位的各个弹性波装置的设计参数除了第1硅层3的面方位、第2硅层4的面方位、角度 α_1 或者角度 α_2 以外,与求出图27所示的阻抗频率特性的弹性波装置相同。另外,在求出高阶模的相位的各个弹性波装置中,IDT电极8设置在压电膜7的负面上。使角度 α_1 以及角度 α_2 的种类以及值变化的范围与求出表1~表14中的角度 α_1 以及角度 α_2 的组合的情况相同。测定的高阶模是谐振频率的3.0倍以下的高阶模。

[0204] 图32是示出高阶模的相位成为 -70deg 以下的 $\alpha_{1_{100}}$ 以及 $\alpha_{2_{100}}$ 的范围的图。通过表15示出图32所示的高阶模的相位成为 -70deg 以下的范围。

[0205] [表15]

[0206]

条件	$\alpha_{1_{100}} (^\circ)$	$\alpha_{2_{100}} (^\circ)$
1	0 ± 2.5	20 ± 2.5
2	5 ± 2.5	15 ± 2.5
3	5 ± 2.5	30 ± 2.5
4	10 ± 2.5	0 ± 2.5
5	10 ± 2.5	5 ± 2.5
6	10 ± 2.5	15 ± 2.5
7	10 ± 2.5	20 ± 2.5
8	20 ± 2.5	0 ± 2.5
9	20 ± 2.5	5 ± 2.5
10	20 ± 2.5	10 ± 2.5
11	20 ± 2.5	15 ± 2.5
12	25 ± 2.5	0 ± 2.5
13	25 ± 2.5	5 ± 2.5
14	25 ± 2.5	10 ± 2.5

[0207] 在 $\alpha_{1_{100}}$ 以及 $\alpha_{2_{100}}$ 为表15所示的任一个组合的情况下,能够将高阶模的相位抑制在 -70deg 以下。因此,在表15所示的条件下,能够有效地抑制高阶模。

[0208] 图33是示出高阶模的相位成为 -70deg 以下的 $\alpha_{1_{100}}$ 以及 $\alpha_{2_{110}}$ 的范围的图。通过表16示出图33所示的高阶模的相位成为 -70deg 以下的范围。

[0209] [表16]

[0210]

条件	$\alpha_{1_{100}} (^\circ)$	$\alpha_{2_{110}} (^\circ)$
1	0 ± 2.5	70 ± 5
2	0 ± 2.5	80 ± 5
3	0 ± 2.5	90 ± 5
4	5 ± 2.5	80 ± 5
5	5 ± 2.5	90 ± 5

6	10±2.5	80±5
7	10±2.5	90±5
8	20±2.5	80±5
9	20±2.5	90±5

[0211] 在 α_{100} 以及 α_{211} 为表16所示的任一个组合的情况下,能够有效地抑制高阶模。

[0212] 图34是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 α_{100} 以及 α_{211} 的范围的图。通过表17示出图34所示的高阶模的相位成为-70deg以下的范围。进而,通过表18示出高阶模的相位成为-80deg以下的范围。

[0213] [表17]

条件	$\alpha_{100}(^\circ)$	$\alpha_{211}(^\circ)$	条件	$\alpha_{100}(^\circ)$	$\alpha_{211}(^\circ)$
1	0±2.5	0±2.5	31	35±2.5	5±2.5
2	0±2.5	5±2.5	32	35±2.5	10±2.5
3	0±2.5	10±2.5	33	35±2.5	15±2.5
4	0±2.5	15±2.5	34	35±2.5	20±2.5
5	0±2.5	30±2.5	35	35±2.5	50±2.5
6	5±2.5	0±2.5	36	35±2.5	55±2.5
7	5±2.5	5±2.5	37	35±2.5	60±2.5
8	5±2.5	10±2.5	38	40±2.5	0±2.5
9	5±2.5	15±2.5	39	40±2.5	5±2.5
10	5±2.5	30±2.5	40	40±2.5	10±2.5
11	15±2.5	10±2.5	41	40±2.5	15±2.5
12	15±2.5	15±2.5	42	40±2.5	20±2.5
13	15±2.5	30±2.5	43	40±2.5	45±2.5
14	15±2.5	35±2.5	44	40±2.5	50±2.5
15	20±2.5	10±2.5	45	40±2.5	55±2.5
16	20±2.5	15±2.5	46	40±2.5	60±2.5
17	25±2.5	5±2.5	47	45±2.5	0±2.5
18	25±2.5	10±2.5	48	45±2.5	5±2.5
19	25±2.5	15±2.5	49	45±2.5	10±2.5
20	25±2.5	20±2.5	50	45±2.5	15±2.5
21	30±2.5	0±2.5	51	45±2.5	20±2.5
22	30±2.5	5±2.5	52	45±2.5	40±2.5
23	30±2.5	10±2.5	53	45±2.5	45±2.5
24	30±2.5	15±2.5	54	45±2.5	50±2.5
25	30±2.5	20±2.5	55	45±2.5	55±2.5
26	30±2.5	25±2.5	56	45±2.5	60±2.5
27	30±2.5	50±2.5			
28	30±2.5	55±2.5			
29	30±2.5	60±2.5			
30	35±2.5	0±2.5			

[0214]

[0215] [表18]

条件	$\alpha_{100}(^\circ)$	$\alpha_{211}(^\circ)$
1	0±2.5	0±2.5
2	0±2.5	5±2.5
3	0±2.5	10±2.5
4	5±2.5	0±2.5

[0216]

5	5±2.5	5±2.5
6	5±2.5	10±2.5

[0217] 在 $\alpha_{1_{100}}$ 以及 $\alpha_{2_{111}}$ 为表17所示的任一个组合的情况下,能够有效地抑制高阶模。进而,在 $\alpha_{1_{100}}$ 以及 $\alpha_{2_{111}}$ 为表18所示的任一个组合的情况下,能够将高阶模的相位抑制在-80deg以下。因此,在表18所示的条件下,能够更进一步抑制高阶模。

[0218] 图35是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{110}}$ 以及 $\alpha_{2_{100}}$ 的范围的图。通过表19示出图35所示的高阶模的相位成为-70deg以下的范围。进而,通过表20示出高阶模的相位成为-80deg以下的范围。

[0219] [表19]

条件	$\alpha_{1_{110}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{100}}(^{\circ})$	条件	$\alpha_{1_{110}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{100}}(^{\circ})$
1	0±5	0±2.5	26	40±5	20±2.5
2	0±5	5±2.5	27	40±5	25±2.5
3	0±5	10±2.5	28	40±5	30±2.5
4	0±5	15±2.5	29	40±5	35±2.5
5	10±5	0±2.5	30	40±5	40±2.5
6	10±5	5±2.5	31	40±5	45±2.5
7	10±5	10±2.5	32	50±5	0±2.5
8	10±5	15±2.5	33	50±5	5±2.5
9	20±5	0±2.5	34	50±5	10±2.5
10	20±5	5±2.5	35	50±5	15±2.5
11	20±5	10±2.5	36	50±5	20±2.5
12	20±5	15±2.5	37	50±5	25±2.5
13	20±5	20±2.5	38	50±5	30±2.5
14	20±5	25±2.5	39	50±5	35±2.5
15	30±5	0±2.5	40	50±5	40±2.5
16	30±5	5±2.5	41	50±5	45±2.5
17	30±5	10±2.5	42	60±5	45±2.5
18	30±5	15±2.5	43	80±5	10±2.5
19	30±5	20±2.5			
20	30±5	25±2.5			
21	30±5	30±2.5			
22	40±5	0±2.5			
23	40±5	5±2.5			
24	40±5	10±2.5			
25	40±5	15±2.5			

[0220]

[0221] [表20]

条件	$\alpha_{1_{110}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{100}}(^{\circ})$
1	0±5	0±2.5
2	0±5	5±2.5
3	10±5	0±2.5
4	10±5	5±2.5
5	20±5	0±2.5
6	20±5	5±2.5
7	20±5	10±2.5
8	20±5	15±2.5

[0222]

9	30±5	0±2.5
10	30±5	5±2.5
11	30±5	10±2.5
12	30±5	15±2.5
13	30±5	20±2.5
14	30±5	25±2.5
15	40±5	0±2.5
16	40±5	5±2.5
17	40±5	10±2.5
18	40±5	15±2.5
19	40±5	20±2.5
20	40±5	25±2.5
21	40±5	30±2.5
22	40±5	40±2.5
23	40±5	45±2.5
24	50±5	0±2.5
25	50±5	5±2.5
26	50±5	10±2.5
27	50±5	15±2.5
28	50±5	20±2.5
29	50±5	25±2.5
30	50±5	30±2.5
31	50±5	35±2.5
32	50±5	40±2.5
33	50±5	45±2.5

[0223] 在 α_{110} 以及 α_{2100} 为表19所示的任一个组合的情况下,能够有效地抑制高阶模。进而,在 α_{110} 以及 α_{2100} 为表20所示的任一个组合的情况下,能够将高阶模的相位抑制在-80deg以下。因此,在表20所示的条件下,能够更进一步抑制高阶模。

[0224] 图36是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 α_{110} 以及 α_{2100} 的范围的图。通过表21示出图36所示的高阶模的相位成为-70deg以下的范围。进而,通过表22示出高阶模的相位成为-80deg以下的范围。

[0225] [表21]

[0226]

条件	α_{110} (°)	α_{2100} (°)
1	0±5	80±5
2	0±5	90±5
3	10±5	80±5
4	10±5	90±5
5	20±5	70±5
6	20±5	80±5

7	20±5	90±5
8	30±5	50±5
9	30±5	60±5
10	30±5	70±5
11	30±5	80±5
12	30±5	90±5
13	40±5	50±5
14	40±5	60±5
15	40±5	70±5
16	40±5	80±5
17	40±5	90±5
18	50±5	60±5
19	50±5	70±5
20	50±5	80±5
21	50±5	90±5
22	60±5	70±5
23	70±5	30±5
24	70±5	60±5
25	70±5	80±5
26	80±5	90±5

[0227] [表22]

[0228]

条件	$\alpha_{110} (^{\circ})$	$\alpha_{2110} (^{\circ})$
1	0±5	90±5
2	10±5	90±5
3	20±5	80±5
4	20±5	90±5
5	30±5	60±5
6	30±5	70±5
7	30±5	80±5
8	30±5	90±5
9	40±5	60±5
10	40±5	70±5
11	40±5	80±5
12	40±5	90±5
13	50±5	60±5
14	50±5	70±5
15	50±5	80±5
16	50±5	90±5
17	60±5	70±5

18	70±5	80±5
----	------	------

[0229] 在 α_{110} 以及 α_{2110} 为表21所示的任一个组合的情况下,能够有效地抑制高阶模。进而,在 α_{110} 以及 α_{2110} 为表22所示的任一个组合的情况下,能够更进一步抑制高阶模。

[0230] 图37是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 α_{110} 以及 α_{2111} 的范围的图。通过表23示出图37所示的高阶模的相位成为-70deg以下的范围。进而,通过表24示出高阶模的相位成为-80deg以下的范围。

[0231] [表23]

条件	$\alpha_{110}(^\circ)$	$\alpha_{2111}(^\circ)$	条件	$\alpha_{110}(^\circ)$	$\alpha_{2111}(^\circ)$
1	30±5	55±2.5	41	40±5	20±2.5
2	40±5	50±2.5	42	40±5	25±2.5
3	40±5	55±2.5	43	40±5	30±2.5
4	40±5	60±2.5	44	40±5	35±2.5
5	0±5	55±2.5	45	40±5	40±2.5
6	0±5	60±2.5	46	40±5	45±2.5
7	10±5	40±2.5	47	40±5	50±2.5
8	10±5	45±2.5	48	40±5	55±2.5
9	10±5	50±2.5	49	40±5	60±2.5
10	10±5	55±2.5	50	50±5	0±2.5
11	10±5	60±2.5	51	50±5	5±2.5
12	20±5	0±2.5	52	50±5	10±2.5
13	20±5	5±2.5	53	50±5	15±2.5
14	20±5	10±2.5	54	50±5	20±2.5
15	20±5	15±2.5	55	50±5	25±2.5
16	20±5	20±2.5	56	50±5	30±2.5
17	20±5	25±2.5	57	50±5	35±2.5
18	20±5	35±2.5	58	50±5	40±2.5
19	20±5	40±2.5	59	50±5	45±2.5
20	20±5	45±2.5	60	50±5	50±2.5
21	20±5	50±2.5	61	50±5	55±2.5
22	20±5	55±2.5	62	50±5	60±2.5
23	20±5	60±2.5	63	60±5	0±2.5
24	30±5	0±2.5	64	60±5	5±2.5
25	30±5	5±2.5	65	60±5	10±2.5
26	30±5	10±2.5	66	60±5	15±2.5
27	30±5	15±2.5	67	60±5	20±2.5
28	30±5	20±2.5	68	60±5	25±2.5
29	30±5	25±2.5	69	60±5	40±2.5
30	30±5	30±2.5	70	60±5	45±2.5
31	30±5	35±2.5	71	60±5	50±2.5
32	30±5	40±2.5	72	60±5	55±2.5
33	30±5	45±2.5	73	60±5	60±2.5
34	30±5	50±2.5	74	70±5	0±2.5
35	30±5	55±2.5	75	80±5	0±2.5
36	30±5	60±2.5	76	80±5	5±2.5
37	40±5	0±2.5	77	80±5	10±2.5
38	40±5	5±2.5	78	80±5	15±2.5
39	40±5	10±2.5	79	80±5	20±2.5
40	40±5	15±2.5			

[0232]

[0233] [表24]

[0234]

条件	$\alpha_{110} (^{\circ})$	$\alpha_{2111} (^{\circ})$
1	30 ± 5	55 ± 2.5
2	40 ± 5	50 ± 2.5
3	40 ± 5	55 ± 2.5
4	40 ± 5	60 ± 2.5

[0235] 在 α_{110} 以及 α_{2111} 为表23所示的任一个组合的情况下,能够有效地抑制高阶模。进而,在 α_{110} 以及 α_{2111} 为表24所示的任一个组合的情况下,能够更进一步抑制高阶模。

[0236] 图38是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 α_{1111} 以及 α_{2100} 的范围的图。通过表25示出图38所示的高阶模的相位成为-70deg以下的范围。进而,通过表26示出高阶模的相位成为-80deg以下的范围。

[0237] [表25]

[0238]

条件	$\alpha_{1111} (^{\circ})$	$\alpha_{2100} (^{\circ})$	条件	$\alpha_{1111} (^{\circ})$	$\alpha_{2100} (^{\circ})$	条件	$\alpha_{1111} (^{\circ})$	$\alpha_{2100} (^{\circ})$
1	0 ± 2.5	0 ± 2.5	36	20 ± 2.5	40 ± 2.5	71	45 ± 2.5	0 ± 2.5
2	0 ± 2.5	5 ± 2.5	37	20 ± 2.5	45 ± 2.5	72	45 ± 2.5	5 ± 2.5
3	0 ± 2.5	10 ± 2.5	38	25 ± 2.5	0 ± 2.5	73	45 ± 2.5	15 ± 2.5
4	0 ± 2.5	30 ± 2.5	39	25 ± 2.5	5 ± 2.5	74	45 ± 2.5	20 ± 2.5
5	0 ± 2.5	35 ± 2.5	40	25 ± 2.5	10 ± 2.5	75	45 ± 2.5	25 ± 2.5
6	0 ± 2.5	40 ± 2.5	41	25 ± 2.5	15 ± 2.5	76	45 ± 2.5	30 ± 2.5
7	0 ± 2.5	45 ± 2.5	42	25 ± 2.5	25 ± 2.5	77	45 ± 2.5	35 ± 2.5
8	5 ± 2.5	0 ± 2.5	43	25 ± 2.5	30 ± 2.5	78	45 ± 2.5	40 ± 2.5
9	5 ± 2.5	5 ± 2.5	44	30 ± 2.5	0 ± 2.5	79	45 ± 2.5	45 ± 2.5
10	5 ± 2.5	10 ± 2.5	45	30 ± 2.5	5 ± 2.5	80	50 ± 2.5	0 ± 2.5
11	5 ± 2.5	30 ± 2.5	46	30 ± 2.5	10 ± 2.5	81	50 ± 2.5	5 ± 2.5
12	5 ± 2.5	35 ± 2.5	47	30 ± 2.5	15 ± 2.5	82	50 ± 2.5	15 ± 2.5
13	5 ± 2.5	40 ± 2.5	48	30 ± 2.5	20 ± 2.5	83	50 ± 2.5	25 ± 2.5
14	5 ± 2.5	45 ± 2.5	49	30 ± 2.5	25 ± 2.5	84	50 ± 2.5	30 ± 2.5
15	10 ± 2.5	0 ± 2.5	50	30 ± 2.5	30 ± 2.5	85	50 ± 2.5	35 ± 2.5
16	10 ± 2.5	5 ± 2.5	51	30 ± 2.5	45 ± 2.5	86	50 ± 2.5	40 ± 2.5
17	10 ± 2.5	10 ± 2.5	52	35 ± 2.5	0 ± 2.5	87	50 ± 2.5	45 ± 2.5
18	10 ± 2.5	30 ± 2.5	53	35 ± 2.5	5 ± 2.5	88	55 ± 2.5	0 ± 2.5
19	10 ± 2.5	35 ± 2.5	54	35 ± 2.5	10 ± 2.5	89	55 ± 2.5	5 ± 2.5
20	10 ± 2.5	40 ± 2.5	55	35 ± 2.5	15 ± 2.5	90	55 ± 2.5	15 ± 2.5
21	10 ± 2.5	45 ± 2.5	56	35 ± 2.5	20 ± 2.5	91	55 ± 2.5	20 ± 2.5
22	15 ± 2.5	0 ± 2.5	57	35 ± 2.5	25 ± 2.5	92	55 ± 2.5	25 ± 2.5
23	15 ± 2.5	5 ± 2.5	58	35 ± 2.5	30 ± 2.5	93	55 ± 2.5	30 ± 2.5
24	15 ± 2.5	10 ± 2.5	59	35 ± 2.5	35 ± 2.5	94	55 ± 2.5	35 ± 2.5
25	15 ± 2.5	25 ± 2.5	60	35 ± 2.5	40 ± 2.5	95	55 ± 2.5	40 ± 2.5
26	15 ± 2.5	30 ± 2.5	61	40 ± 2.5	0 ± 2.5	96	55 ± 2.5	45 ± 2.5
27	15 ± 2.5	35 ± 2.5	62	40 ± 2.5	5 ± 2.5	97	60 ± 2.5	5 ± 2.5
28	15 ± 2.5	40 ± 2.5	63	40 ± 2.5	10 ± 2.5	98	60 ± 2.5	15 ± 2.5
29	15 ± 2.5	45 ± 2.5	64	40 ± 2.5	15 ± 2.5	99	60 ± 2.5	20 ± 2.5
30	20 ± 2.5	0 ± 2.5	65	40 ± 2.5	20 ± 2.5	100	60 ± 2.5	25 ± 2.5
31	20 ± 2.5	5 ± 2.5	66	40 ± 2.5	25 ± 2.5	101	60 ± 2.5	30 ± 2.5
32	20 ± 2.5	10 ± 2.5	67	40 ± 2.5	30 ± 2.5	102	60 ± 2.5	35 ± 2.5
33	20 ± 2.5	25 ± 2.5	68	40 ± 2.5	35 ± 2.5	103	60 ± 2.5	40 ± 2.5
34	20 ± 2.5	30 ± 2.5	69	40 ± 2.5	40 ± 2.5	104	60 ± 2.5	45 ± 2.5
35	20 ± 2.5	35 ± 2.5	70	40 ± 2.5	45 ± 2.5			

[0239] [表26]

[0240]

条件	$\alpha_{111}(^\circ)$	$\alpha_{2100}(^\circ)$	条件	$\alpha_{111}(^\circ)$	$\alpha_{2100}(^\circ)$
1	0±2.5	35±2.5	31	35±2.5	25±2.5
2	0±2.5	40±2.5	32	35±2.5	30±2.5
3	0±2.5	45±2.5	33	35±2.5	35±2.5
4	5±2.5	30±2.5	34	40±2.5	0±2.5
5	5±2.5	35±2.5	35	40±2.5	5±2.5
6	5±2.5	40±2.5	36	40±2.5	10±2.5
7	5±2.5	45±2.5	37	40±2.5	25±2.5
8	10±2.5	30±2.5	38	40±2.5	30±2.5
9	10±2.5	35±2.5	39	40±2.5	35±2.5
10	10±2.5	40±2.5	40	40±2.5	40±2.5
11	10±2.5	45±2.5	41	40±2.5	45±2.5
12	15±2.5	30±2.5	42	45±2.5	25±2.5
13	15±2.5	35±2.5	43	45±2.5	30±2.5
14	20±2.5	30±2.5	44	50±2.5	25±2.5
15	20±2.5	35±2.5	45	50±2.5	30±2.5
16	20±2.5	45±2.5	46	50±2.5	35±2.5
17	25±2.5	0±2.5	47	50±2.5	40±2.5
18	25±2.5	5±2.5	48	55±2.5	25±2.5
19	25±2.5	10±2.5	49	55±2.5	30±2.5
20	30±2.5	0±2.5	50	55±2.5	35±2.5
21	30±2.5	5±2.5	51	60±2.5	25±2.5
22	30±2.5	10±2.5	52	60±2.5	30±2.5
23	30±2.5	15±2.5			
24	30±2.5	20±2.5			
25	30±2.5	45±2.5			
26	35±2.5	0±2.5			
27	35±2.5	5±2.5			
28	35±2.5	10±2.5			
29	35±2.5	15±2.5			
30	35±2.5	20±2.5			

[0241] 在 α_{111} 以及 α_{2100} 为表25所示的任一个组合的情况下,能够有效地抑制高阶模。进而,在 α_{111} 以及 α_{2100} 为表26所示的任一个组合的情况下,能够更进一步抑制高阶模。

[0242] 图39是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 α_{111} 以及 α_{2100} 的范围的图。通过表27示出图39所示的高阶模的相位成为-70deg以下的范围。进而,通过表28示出高阶模的相位成为-80deg以下的范围。

[0243] [表27]

[0244]

条件	$\alpha_{111}(^\circ)$	$\alpha_{210}(^\circ)$	条件	$\alpha_{111}(^\circ)$	$\alpha_{210}(^\circ)$
1	0±2.5	80±5	26	40±2.5	70±5
2	0±2.5	90±5	27	40±2.5	80±5
3	5±2.5	80±5	28	40±2.5	90±5
4	5±2.5	90±5	29	45±2.5	50±5
5	10±2.5	80±5	30	45±2.5	60±5
6	10±2.5	90±5	31	45±2.5	70±5
7	15±2.5	80±5	32	45±2.5	80±5
8	15±2.5	90±5	33	45±2.5	90±5
9	20±2.5	70±5	34	50±2.5	50±5
10	25±2.5	50±5	35	50±2.5	60±5
11	25±2.5	70±5	36	50±2.5	70±5
12	25±2.5	80±5	37	50±2.5	80±5
13	25±2.5	90±5	38	50±2.5	90±5
14	30±2.5	50±5	39	55±2.5	50±5
15	30±2.5	60±5	40	55±2.5	60±5
16	30±2.5	70±5	41	55±2.5	70±5
17	30±2.5	80±5	42	55±2.5	80±5
18	30±2.5	90±5	43	55±2.5	90±5
19	35±2.5	50±5	44	60±2.5	50±5
20	35±2.5	60±5	45	60±2.5	60±5
21	35±2.5	70±5	46	60±2.5	70±5
22	35±2.5	80±5	47	60±2.5	80±5
23	35±2.5	90±5	48	60±2.5	90±5
24	40±2.5	50±5			
25	40±2.5	60±5			

[0245] [表28]

[0246]

条件	$\alpha_{111}(^\circ)$	$\alpha_{210}(^\circ)$
1	25±2.5	80±5
2	25±2.5	90±5
3	30±2.5	60±5
4	30±2.5	80±5
5	30±2.5	90±5
6	35±2.5	60±5
7	35±2.5	80±5
8	35±2.5	90±5
9	40±2.5	60±5
10	40±2.5	70±5
11	40±2.5	80±5
12	40±2.5	90±5

13	45±2.5	60±5
14	45±2.5	70±5
15	45±2.5	80±5
16	50±2.5	60±5
17	50±2.5	70±5
18	50±2.5	90±5
19	55±2.5	60±5
20	60±2.5	60±5
21	60±2.5	70±5

[0247] 在 $\alpha_{1_{111}}$ 以及 $\alpha_{2_{110}}$ 为表27所示的任一个组合的情况下,能够有效地抑制高阶模。进而,在 $\alpha_{1_{111}}$ 以及 $\alpha_{2_{110}}$ 为表28所示的任一个组合的情况下,能够更进一步抑制高阶模。

[0248] 图40是示出高阶模的相位成为-70deg以下的 $\alpha_{1_{111}}$ 以及 $\alpha_{2_{111}}$ 的范围的图。通过表29示出图40所示的高阶模的相位成为-70deg以下的范围。

[0249] [表29]

条件	$\alpha_{1_{111}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{111}}(^{\circ})$	条件	$\alpha_{1_{111}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{111}}(^{\circ})$	条件	$\alpha_{1_{111}}(^{\circ})$	$\alpha_{2_{111}}(^{\circ})$
1	0±2.5	40±2.5	36	35±2.5	35±2.5	71	50±2.5	25±2.5
2	0±2.5	45±2.5	37	35±2.5	40±2.5	72	50±2.5	35±2.5
3	0±2.5	50±2.5	38	35±2.5	45±2.5	73	50±2.5	40±2.5
4	0±2.5	55±2.5	39	35±2.5	50±2.5	74	50±2.5	45±2.5
5	0±2.5	60±2.5	40	35±2.5	55±2.5	75	50±2.5	50±2.5
6	5±2.5	40±2.5	41	35±2.5	60±2.5	76	50±2.5	55±2.5
7	5±2.5	45±2.5	42	40±2.5	0±2.5	77	50±2.5	60±2.5
8	5±2.5	50±2.5	43	40±2.5	5±2.5	78	55±2.5	10±2.5
9	5±2.5	55±2.5	44	40±2.5	10±2.5	79	55±2.5	15±2.5
10	5±2.5	60±2.5	45	40±2.5	15±2.5	80	55±2.5	20±2.5
11	10±2.5	35±2.5	46	40±2.5	20±2.5	81	55±2.5	30±2.5
12	10±2.5	40±2.5	47	40±2.5	25±2.5	82	55±2.5	35±2.5
13	10±2.5	45±2.5	48	40±2.5	30±2.5	83	55±2.5	40±2.5
14	10±2.5	50±2.5	49	40±2.5	35±2.5	84	55±2.5	45±2.5
15	10±2.5	55±2.5	50	40±2.5	40±2.5	85	55±2.5	50±2.5
16	10±2.5	60±2.5	51	40±2.5	45±2.5	86	55±2.5	55±2.5
17	25±2.5	60±2.5	52	40±2.5	50±2.5	87	55±2.5	60±2.5
18	30±2.5	0±2.5	53	40±2.5	55±2.5	88	60±2.5	10±2.5
19	30±2.5	5±2.5	54	40±2.5	60±2.5	89	60±2.5	15±2.5
20	30±2.5	10±2.5	55	45±2.5	0±2.5	90	60±2.5	20±2.5
21	30±2.5	15±2.5	56	45±2.5	5±2.5	91	60±2.5	30±2.5
22	30±2.5	25±2.5	57	45±2.5	10±2.5	92	60±2.5	35±2.5
23	30±2.5	30±2.5	58	45±2.5	15±2.5	93	60±2.5	40±2.5
24	30±2.5	40±2.5	59	45±2.5	20±2.5	94	60±2.5	45±2.5
25	30±2.5	45±2.5	60	45±2.5	30±2.5	95	60±2.5	50±2.5
26	30±2.5	50±2.5	61	45±2.5	35±2.5	96	60±2.5	55±2.5
27	30±2.5	55±2.5	62	45±2.5	40±2.5	97	60±2.5	60±2.5
28	30±2.5	60±2.5	63	45±2.5	45±2.5			
29	35±2.5	0±2.5	64	45±2.5	50±2.5			
30	35±2.5	5±2.5	65	45±2.5	55±2.5			
31	35±2.5	10±2.5	66	45±2.5	60±2.5			
32	35±2.5	15±2.5	67	50±2.5	0±2.5			
33	35±2.5	20±2.5	68	50±2.5	5±2.5			
34	35±2.5	25±2.5	69	50±2.5	10±2.5			
35	35±2.5	30±2.5	70	50±2.5	15±2.5			

[0250]

[0251] 在 α_{111} 以及 α_{211} 为表29所示的任一个组合的情况下,能够有效地抑制高阶模。

[0252] 在上述中,示出了压电膜7为钽酸锂膜的例子。以下,援引图26示出压电膜7为铌酸锂膜的例子。

[0253] 本发明的第3实施方式与第2实施方式的不同点在于,压电膜7为铌酸锂膜。除了上述的方面以外,第3实施方式的弹性波装置具有与第2实施方式的弹性波装置同样的结构。

[0254] 在此,在具有第3实施方式的结构弹性波装置和第3比较例中,对相位特性进行了比较。另外,第3比较例与第3实施方式的不同点在于,支承基板由单层的硅层构成。对相位特性进行了测定的具有第3实施方式的结构弹性波装置的设计参数如下。

[0255] 第1硅层3:面方位…(111),欧拉角 $(-45^\circ, -54.7^\circ, 0)$,厚度… $20\mu\text{m}$

[0256] 第2硅层4:面方位…(100),欧拉角 $(0^\circ, 0^\circ, 45^\circ)$,厚度… $1\mu\text{m}$

[0257] 第1中间层5:材料… SiO_2 ,厚度… 300nm

[0258] 第2中间层26:材料… SiN ,厚度… 50nm

[0259] 压电膜7:材料… 0°Y 切割 X 传播 LiNbO_3 ,欧拉角 $(0^\circ, 120^\circ, 0^\circ)$,厚度… 400nm

[0260] 角度 α_1 :种类…角度 α_{111} ,值… 0°

[0261] 角度 α_2 :种类…角度 α_{100} ,值… 45°

[0262] IDT电极8的层结构:层结构…从压电膜7侧起为Ti层/ AlCu 层(1重量%的Cu)/Ti层,厚度…从压电膜7侧起为 $12\text{nm}/100\text{nm}/4\text{nm}$

[0263] IDT电极8的波长 λ : $2\mu\text{m}$

[0264] IDT电极8的占空比:0.5

[0265] 图41是示出第3实施方式以及第3比较例的弹性波装置的相位特性的图。

[0266] 如图41所示,在第3实施方式中,在单点划线所示的宽频带中,与第3比较例相比,能够抑制高阶模。像这样,在第3实施方式中,也与第2实施方式同样地,能够在宽频带中抑制高阶模。

[0267] 图42是示出第4实施方式涉及的弹性波装置的一部分的主视剖视图。

[0268] 第4实施方式与第2实施方式的不同点在于,在第1中间层5与支承基板之间设置有第2中间层26。除了上述的方面以外,第4实施方式的弹性波装置具有与第2实施方式的弹性波装置同样的结构。

[0269] 在此,作为一个例子,示出如下情况,即,在对压电膜7使用了 40°Y 切割 X 传播 LiTaO_3 的情况下,能够有效地抑制高阶模。在具有第4实施方式的结构弹性波装置中,使各参数变化,并测定了高阶模的相位。由此,求出各参数和高阶模的相位的关系。作为上述各参数,将第1硅层3的欧拉角 (Φ, θ, ψ) 中的 ψ 设为 $\text{Si_psi}[\text{deg}]$,将第2硅层4的欧拉角 (Φ, θ, ψ) 中的 ψ 设为 $\text{si_psi}_2[\text{deg}]$,将第2硅层4的厚度设为 $t_{\text{Si}2}[\lambda]$,将第2中间层26的厚度设为 $t_{\text{SiN}}[\lambda]$,将第1中间层5的厚度设为 $t_{\text{SiO}2}[\lambda]$,将压电膜7的厚度设为 $t_{\text{LT}}[\lambda]$ 。将高阶模的相位设为 $\text{Pk}_j[\text{deg}]$ 。另外,如上所述, $[\text{deg}]$ 和 $[\circ]$ 设为同样的单位。求出高阶模的相位的弹性波装置的设计参数如下。

[0270] 第1硅层3:面方位…(111),欧拉角 $(-45^\circ, -54.7^\circ, \text{Si_psi})$,厚度… $20\mu\text{m}$

[0271] 第2硅层4:面方位…(100),欧拉角 $(0^\circ, 0^\circ, \text{si_psi}_2)$,厚度… $t_{\text{Si}2}$

[0272] 第2中间层26:材料… SiN ,厚度… t_{SiN}

[0273] 第1中间层5:材料… SiO_2 ,厚度… $t_{\text{SiO}2}$

- [0274] 压电膜7:材料…40°Y切割X传播LiTaO₃,欧拉角(0°,130°,0°),厚度…t_{LT}
- [0275] 角度α1:种类…角度α₁₁₁,值…使其在0°以上且60°以下的范围每隔5°进行变化。
- [0276] 角度α2:种类…角度α₁₀₀,值…使其在0°以上且45°以下的范围每隔5°进行变化。
- [0277] IDT电极8的层结构:层结构…从压电膜7侧起为Ti层/AlCu层(1重量%的Cu)/Ti层,厚度…从压电膜7侧起为12nm/100nm/4nm
- [0278] IDT电极8的波长λ:2μm
- [0279] IDT电极8的占空比:0.5
- [0280] 使各参数在以下的范围变化。
- [0281] Si_psi:通过使其在0deg以上且60deg以下的范围每隔5deg进行变化,从而使角度α1像上述那样变化。
- [0282] si_psi_2:通过使其在0deg以上且45deg以下的范围每隔5deg进行变化,从而使角度α2像上述那样变化。
- [0283] t_Si2:使其在0.05λ以上且1λ以下的范围每隔0.05λ进行变化。
- [0284] t_SiN:使其在0.05λ以上且0.35λ以下的范围每隔0.1λ进行变化。
- [0285] t_SiO2:使其在0.1λ以上且0.2λ以下的范围每隔0.025λ进行变化。
- [0286] t_LT:使其在0.15λ以上且0.2λ以下的范围每隔0.025λ进行变化。
- [0287] 另外,在求出高阶模的相位的弹性波装置中,IDT电极8设置在压电膜7的负面上。测定的高阶模是谐振频率的3.0倍以下的高阶模。通过上述测定,导出了式1,式1是各参数和高阶模的相位的关系式。

[0288] [数学式1]

$$\begin{aligned}
 \text{Pkj}[\text{deg}] = & (-71.2068602606219) + 331.629446317838 \times (t_{\text{LT}}\lambda - 0.173291148291141) + (-22.7224910522243) \times (t_{\text{SiO2}}[\lambda] - 0.133361933361938) + \\
 & 70.1603362058021 \times (t_{\text{SiN}}[\lambda] - 0.0694258544258521) + 20.4186870884974 \times (t_{\text{Si2}}[\lambda] - 0.432632632632632) + (-0.0795718195965644) \times (\text{si_psi_2}[\text{deg}] - 15.1794651794652) + (- \\
 & 0.0801661426763212) \times (\text{Si_psi}[\text{deg}] - 21.3234663234663) + (-8265.27531314391) \times ((t_{\text{LT}}\lambda - 0.173291148291141) \times (t_{\text{LT}}\lambda - 0.173291148291141) - 0.000254658833416191) + (- \\
 & 702.352467513552) \times ((t_{\text{LT}}\lambda - 0.173291148291141) \times (t_{\text{SiO2}}[\lambda] - 0.133361933361938)) + (-159.217489977571) \times ((t_{\text{SiO2}}[\lambda] - 0.133361933361938) \times (t_{\text{SiO2}}[\lambda] - 0.133361933361938) - 0.00220941097478356) + 1181.94608028125 \times ((t_{\text{LT}}\lambda - 0.173291148291141) \times (t_{\text{SiN}}[\lambda] - 0.0694258544258521)) + 148.194177052574 \times ((t_{\text{SiO2}}[\lambda] - 0.133361933361938) \times (t_{\text{SiN}}[\lambda] - 0.0694258544258521)) + (-138.414297240254) \times ((t_{\text{SiN}}[\lambda] - 0.0694258544258521) \times (t_{\text{SiN}}[\lambda] - 0.0694258544258521) - 0.00607933216152169) + (-73.8108320642126) \times ((t_{\text{LT}}\lambda - 0.173291148291141) \times (t_{\text{Si2}}[\lambda] - 0.432632632632632)) + 22.3596977549241 \times ((t_{\text{SiO2}}[\lambda] - 0.133361933361938) \times (t_{\text{Si2}}[\lambda] - 0.432632632632632)) + (-180.302445874872) \times ((t_{\text{SiN}}[\lambda] - 0.0694258544258521) \times (t_{\text{Si2}}[\lambda] - 0.432632632632632)) + 58.1189523422145 \times ((t_{\text{Si2}}[\lambda] - 0.432632632632632) \times (t_{\text{Si2}}[\lambda] - 0.432632632632632) - 0.0206911530435046) + (-0.0892573877283934) \times ((t_{\text{LT}}\lambda - 0.173291148291141) \times (\text{si_psi_2}[\text{deg}] - 15.1794651794652)) + 0.102191016582739 \times ((t_{\text{SiO2}}[\lambda] - 0.133361933361938) \times (\text{si_}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{psi}_2[\text{deg}] - 15.1794651794652) + (-0.566877950267944) \times ((t_{\text{SiN}}[\lambda] - \\ & 0.0694258544258521) \times (\text{si_psi}_2[\text{deg}] - 15.1794651794652)) + (-0.523218662939604) \times \\ & ((t_{\text{Si}2}[\lambda] - 0.432632632632632) \times (\text{si_psi}_2[\text{deg}] - 15.1794651794652)) + \\ & 0.00111049675010859 \times ((\text{si_psi}_2[\text{deg}] - 15.1794651794652) \times (\text{si_psi}_2[\text{deg}] - \\ & 15.1794651794652) - 260.117227398797) + 2.43575857272564 \times ((t_{\text{LT}\lambda} - \\ & 0.173291148291141) \times (\text{Si_psi}[\text{deg}] - 21.3234663234663)) + (-0.269547003578196) \times \\ & ((t_{\text{SiO}2}[\lambda] - 0.133361933361938) \times (\text{Si_psi}[\text{deg}] - 21.3234663234663)) + (- \\ & 0.235856493743728) \times ((t_{\text{SiN}}[\lambda] - 0.0694258544258521) \times (\text{Si_psi}[\text{deg}] - \\ & 21.3234663234663)) + 0.475976492439799 \times ((t_{\text{Si}2}[\lambda] - 0.432632632632632) \times (\text{Si_psi} \\ & [\text{deg}] - 21.3234663234663)) + 0.00288777512919308 \times ((\text{si_psi}_2[\text{deg}] - \\ & 15.1794651794652) \times (\text{Si_psi}[\text{deg}] - 21.3234663234663)) + 0.00174948079902691 \times ((\text{Si_} \\ & \text{psi}[\text{deg}] - 21.3234663234663) \times (\text{Si_psi}[\text{deg}] - 21.3234663234663) - 553.32136696361) \dots \end{aligned}$$

式1

[0290] Si_psi、si_psi_2、t_Si2、t_SiN、t_SiO2、t_LT优选为式1的Pkj成为-70deg以下的范围内的角度以及厚度。由此，能够更可靠且有效地抑制高阶模。

[0291] 进而，示出如下情况，即，在对压电膜7使用了35°Y切割X传播LiTaO₃的情况下，能够有效地抑制高阶模。该压电膜7的欧拉角为(0°, 125°, 0°)。在具有第4实施方式的结构弹性波装置中，导出了式2，式2是各参数和高阶模的相位的关系式。另外，弹性波装置的除了压电膜7的切割角以及欧拉角以外的设计参数设为与导出式1时相同。各参数的变化的范围也设为与导出式1时相同。

[0292] [数学式2]

$$\begin{aligned} [0293] \quad \text{Pk}_j[\text{deg}] = & (-68.3045028100257) + 148.009830991658 \times (t_{\text{LT}\lambda} - \\ & 0.182938408896478) + (-31.7023619287189) \times (t_{\text{SiO}2}[\lambda] - 0.131180496150558) + \\ & 59.9941196381256 \times (t_{\text{SiN}}[\lambda] - 0.0722326775021397) + 28.3891130547491 \times (t_{\text{Si}2}[\lambda] - \\ & 0.457408041060735) + (-0.0551187486931435) \times (\text{si_psi}_2[\text{deg}] - 23.8177929854577) + \\ & 0.00621179951505866 \times (\text{Si_psi}[\text{deg}] - 33.7339606501283) + (-307.104268249355) \times ((t_{\text{LT}\lambda} - \\ & 0.182938408896478) \times (t_{\text{SiO}2}[\lambda] - 0.131180496150558)) + (-221.090307531174) \times \\ & ((t_{\text{SiO}2}[\lambda] - 0.131180496150558) \times (t_{\text{SiO}2}[\lambda] - 0.131180496150558) - \\ & 0.00245634808837649) + 3.0630243958978 \times ((t_{\text{LT}\lambda} - 0.182938408896478) \times (t_{\text{SiN}}[\lambda] - \\ & 0.0722326775021397)) + 26.3784321839523 \times ((t_{\text{SiO}2}[\lambda] - 0.131180496150558) \times (t_{\text{SiN}} \\ & [\lambda] - 0.0722326775021397)) + (-149.210462980265) \times ((t_{\text{SiN}}[\lambda] - 0.0722326775021397) \\ & \times (t_{\text{SiN}}[\lambda] - 0.0722326775021397) - 0.00538017340609054) + 16.5185556736186 \times ((t_{\text{LT}\lambda} - \\ & 0.182938408896478) \times (t_{\text{Si}2}[\lambda] - 0.457408041060735)) + 56.1146358518209 \times ((t_{\text{SiO}2}[\lambda] - \\ & 0.131180496150558) \times (t_{\text{Si}2}[\lambda] - 0.457408041060735)) + (-231.9230984773) \times \\ & ((t_{\text{SiN}}[\lambda] - 0.0722326775021397) \times (t_{\text{Si}2}[\lambda] - 0.457408041060735)) + (- \\ & 9.26166386908678) \times ((t_{\text{Si}2}[\lambda] - 0.457408041060735) \times (t_{\text{Si}2}[\lambda] - \\ & 0.457408041060735) - 0.00796565129547814) + (-0.0982556479630247) \times ((t_{\text{LT}\lambda} - \\ & 0.182938408896478) \times (\text{si_psi}_2[\text{deg}] - 23.8177929854577)) + (-0.144777667964478) \times \\ & ((t_{\text{SiO}2}[\lambda] - 0.131180496150558) \times (\text{si_psi}_2[\text{deg}] - 23.8177929854577)) + (- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 0.121859651665675) \times ((t_{\text{SiN}}[\lambda] - 0.0722326775021397) \times (\text{si_psi_2}[\text{deg}] - \\
& 23.8177929854577)) + (-0.337942081738039) \times ((t_{\text{Si}2\lambda} - 0.457408041060735) \times (\text{si_} \\
& \text{psi_2}[\text{deg}] - 23.8177929854577)) + 0.0000092550445874239 \times ((\text{sipsi_2}[\text{deg}] - \\
& 23.8177929854577) \times (\text{si_psi_2}[\text{deg}] - 23.8177929854577) - 211.955679987944) + \\
& 1.28762234468537 \times ((t_{\text{LT}\lambda} - 0.182938408896478) \times (\text{Si_psi}[\text{deg}] - \\
& 33.7339606501283)) + (-0.350061531387324) \times ((t_{\text{Si}02}[\lambda] - 0.131180496150558) \times (\text{Si_} \\
& \text{psi}[\text{deg}] - 33.7339606501283)) + (-0.155177588775029) \times ((t_{\text{SiN}}[\lambda] - \\
& 0.0722326775021397) \times (\text{Si_psi}[\text{deg}] - 33.7339606501283)) + 0.305377220918695 \times ((t_{\text{Si}2}[\lambda] - \\
& 0.457408041060735) \times (\text{Si_psi}[\text{deg}] - 33.7339606501283)) + \\
& 0.00184222592354461 \times ((\text{si_psi_2}[\text{deg}] - 23.8177929854577) \times (\text{Si_psi}[\text{deg}] - \\
& 33.7339606501283)) + 0.00210385689952457 \times ((\text{Si_psi}[\text{deg}] - 33.7339606501283) \times (\text{Si_} \\
& \text{psi}[\text{deg}] - 33.7339606501283) - 454.804329993321) \dots \text{式2}
\end{aligned}$$

[0294] Si_psi、si_psi_2、t_Si2、t_SiN、t_Si02、t_LT优选为式2的Pkj成为-70deg以下的范围内的角度以及厚度。由此，能够更可靠且有效地抑制高阶模。

[0295] 附图标记说明

[0296] 1:弹性波装置；

[0297] 2:支承基板；

[0298] 3:第1硅层；

[0299] 4:第2硅层；

[0300] 5:第1中间层；

[0301] 7:压电膜；

[0302] 8:IDT电极；

[0303] 9A、9B:反射器；

[0304] 16:第1汇流条；

[0305] 17:第2汇流条；

[0306] 18:第1电极指；

[0307] 19:第2电极指；

[0308] 26:第2中间层；

[0309] 102:支承基板；

[0310] 104:硅层。

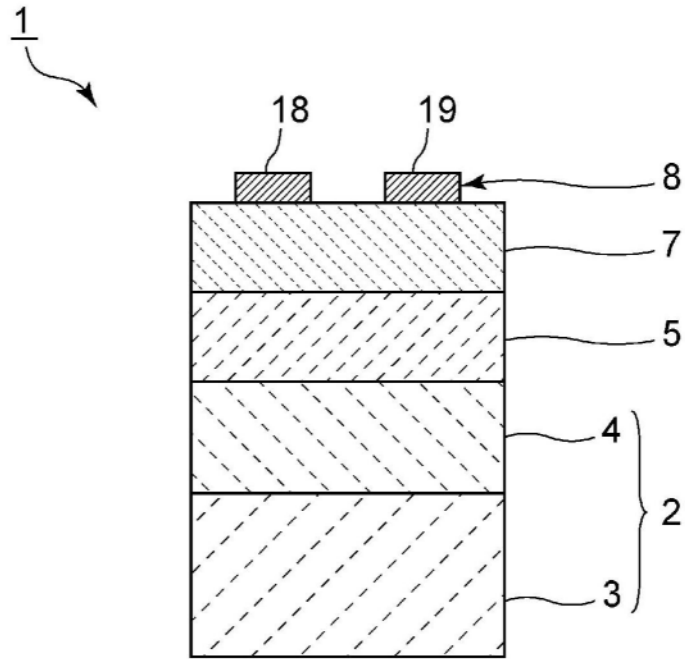


图1

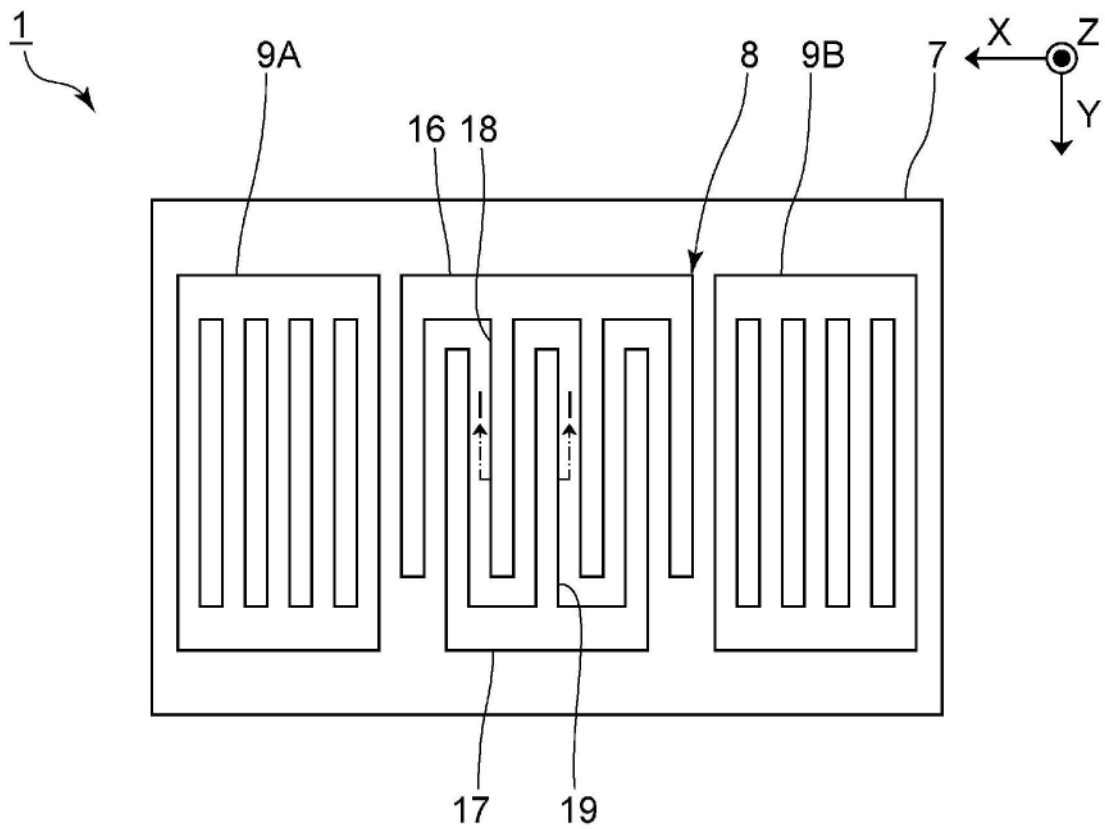


图2

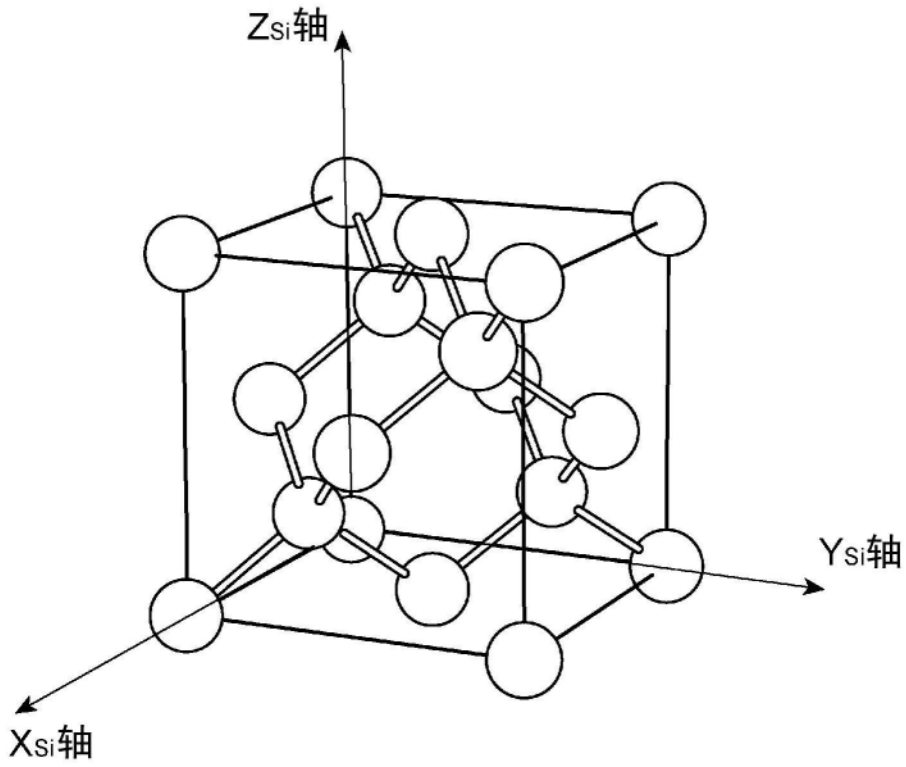


图3

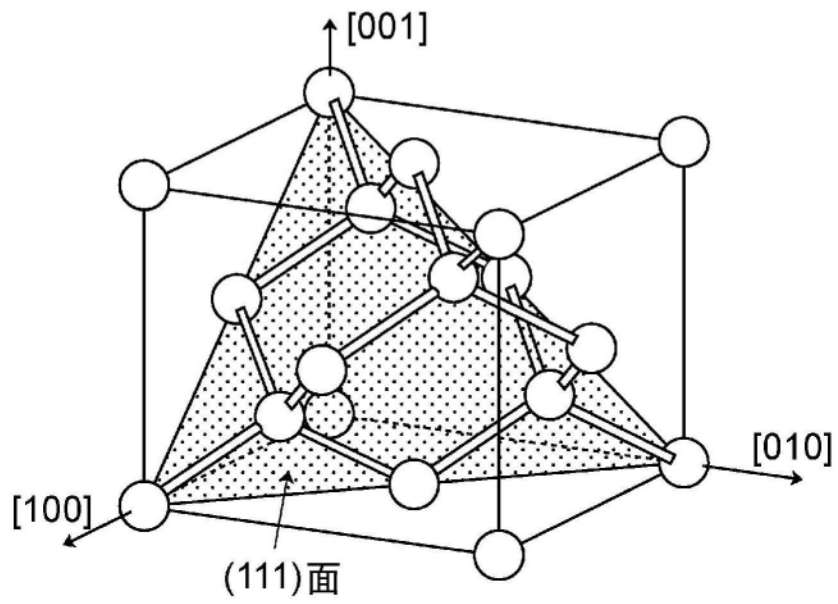


图4

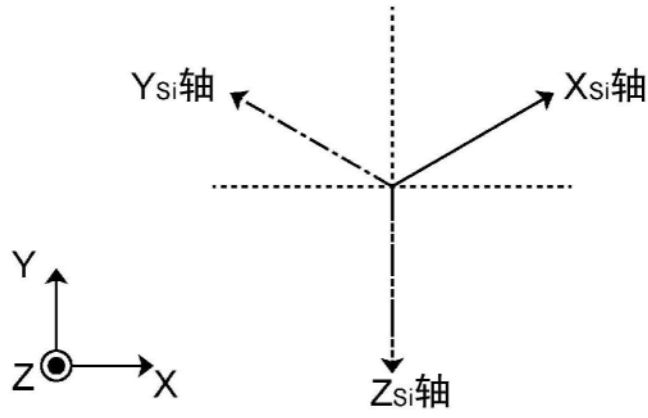


图5

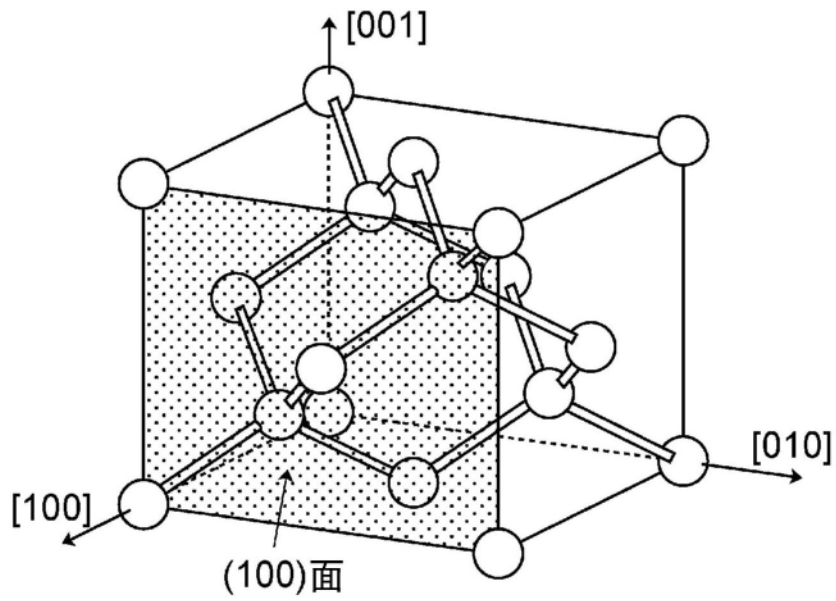


图6

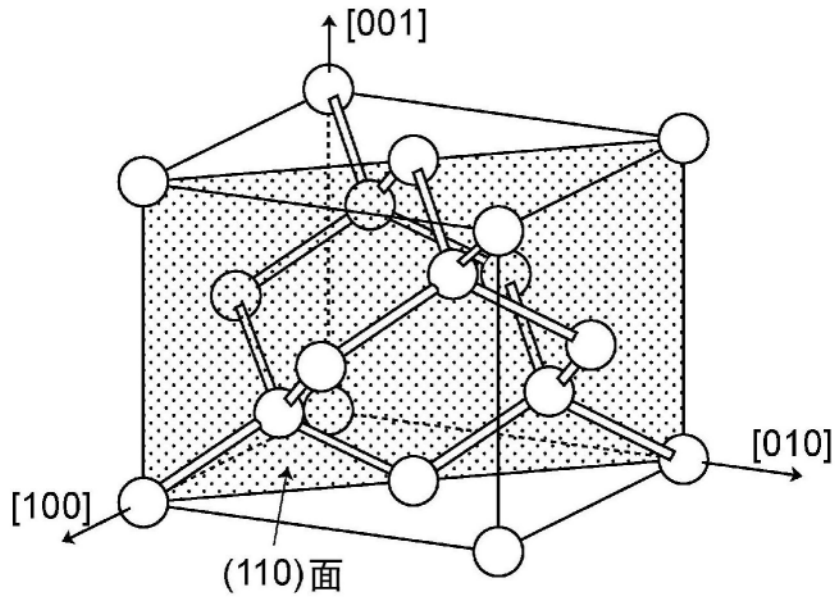


图7

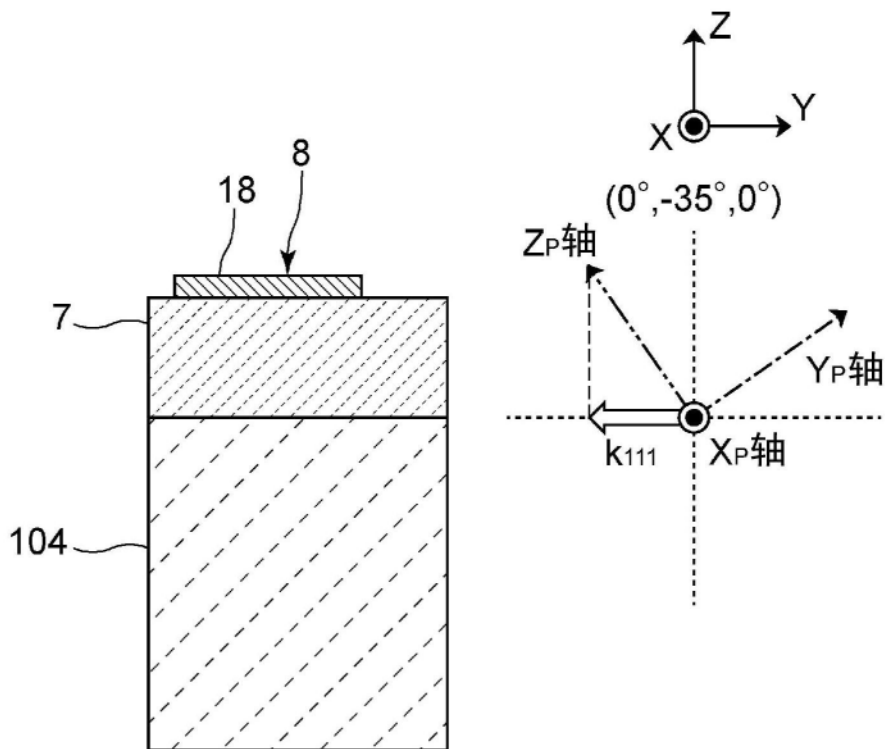


图8

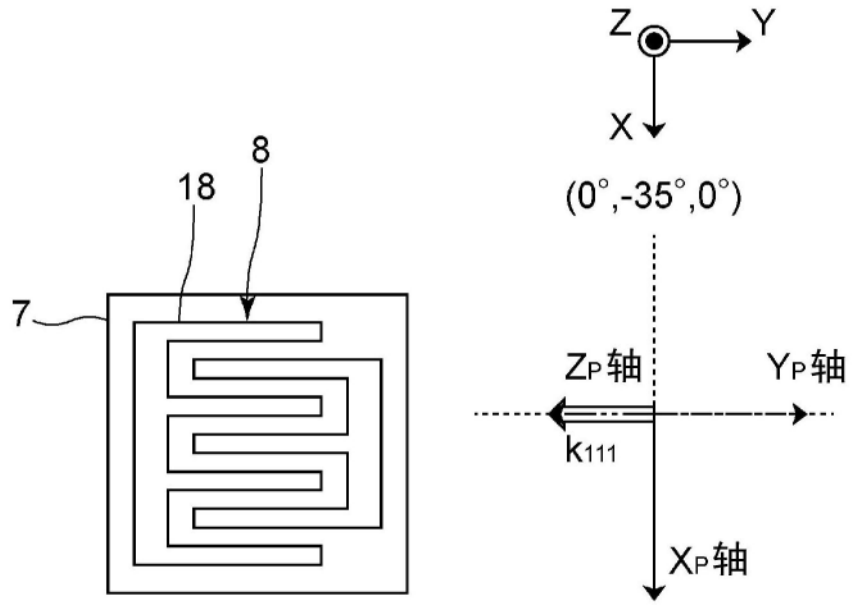


图9

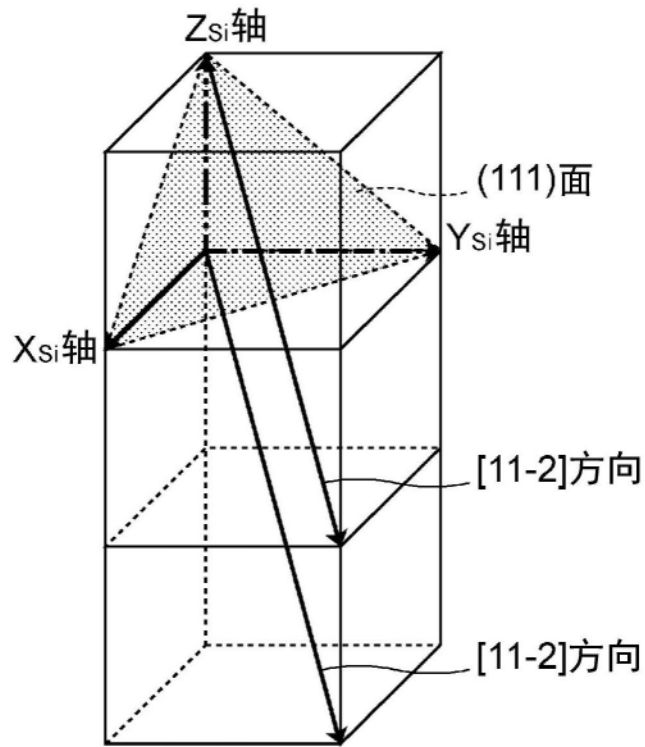


图10

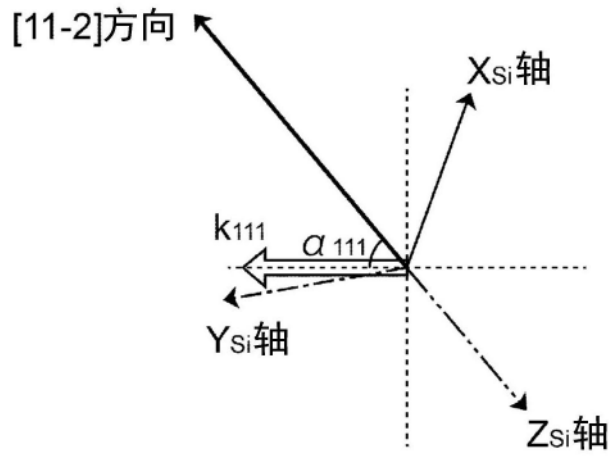


图11

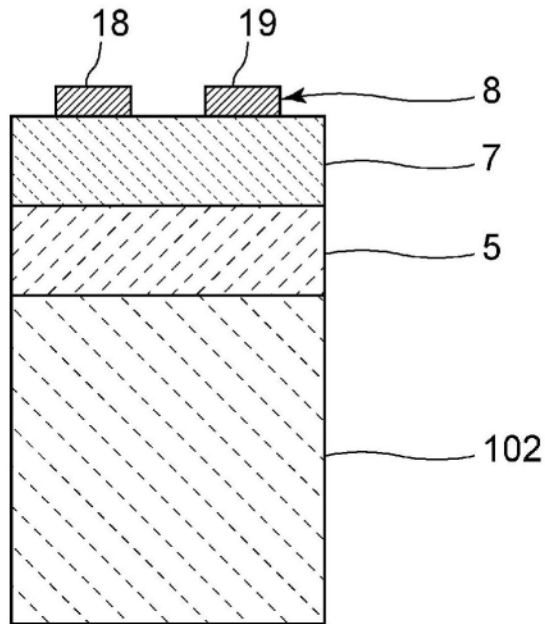


图12

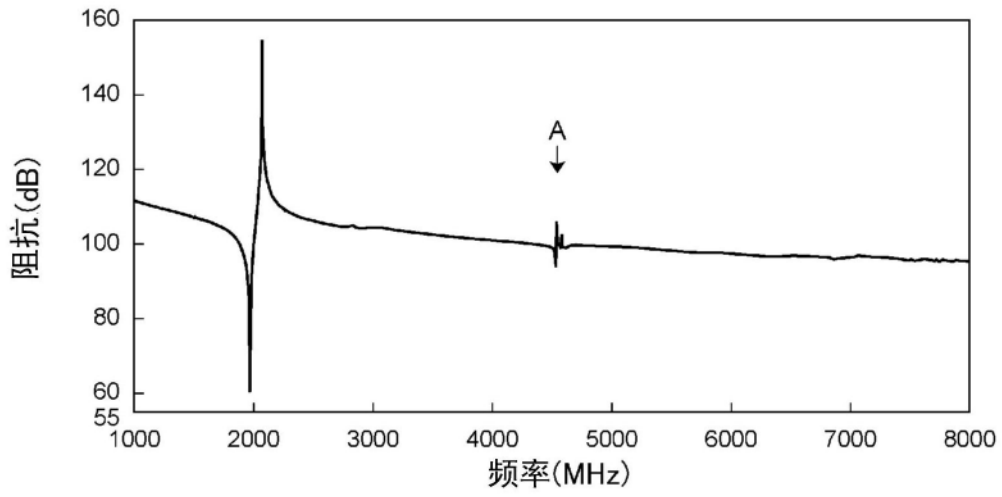


图13

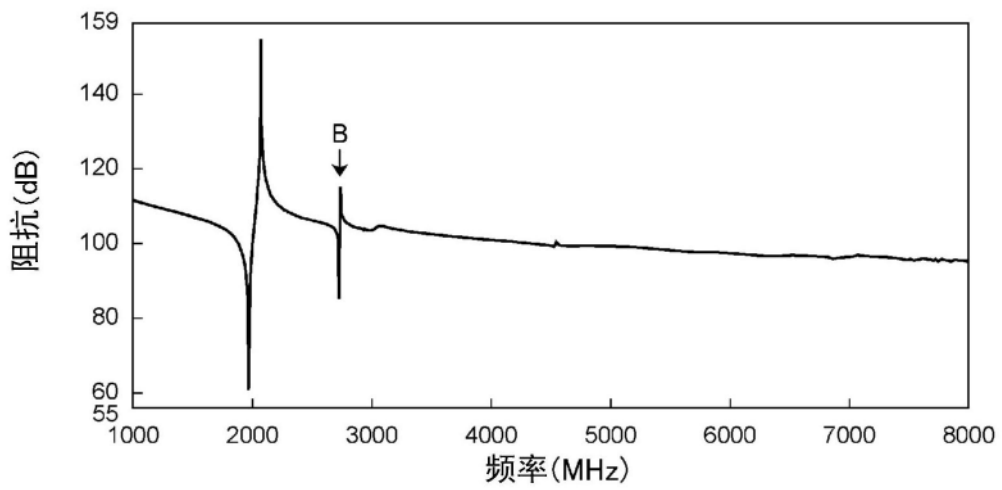


图14

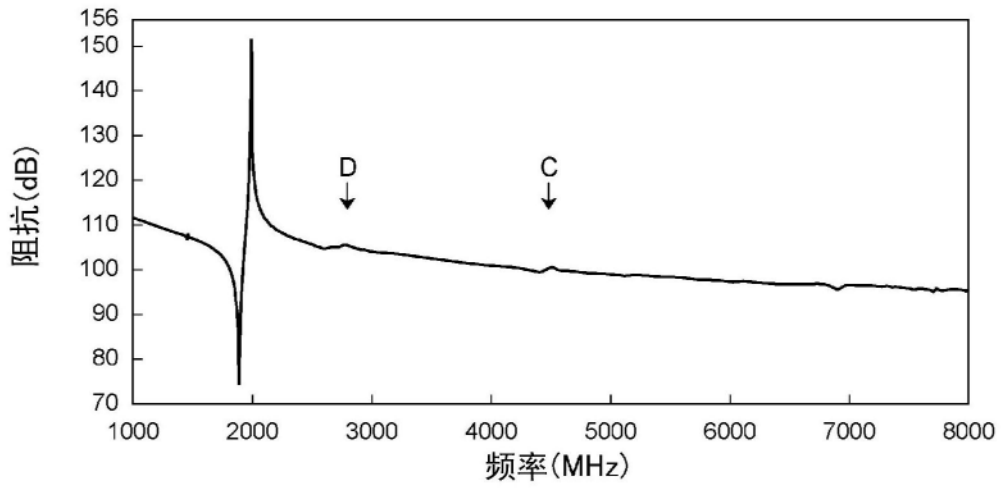


图15

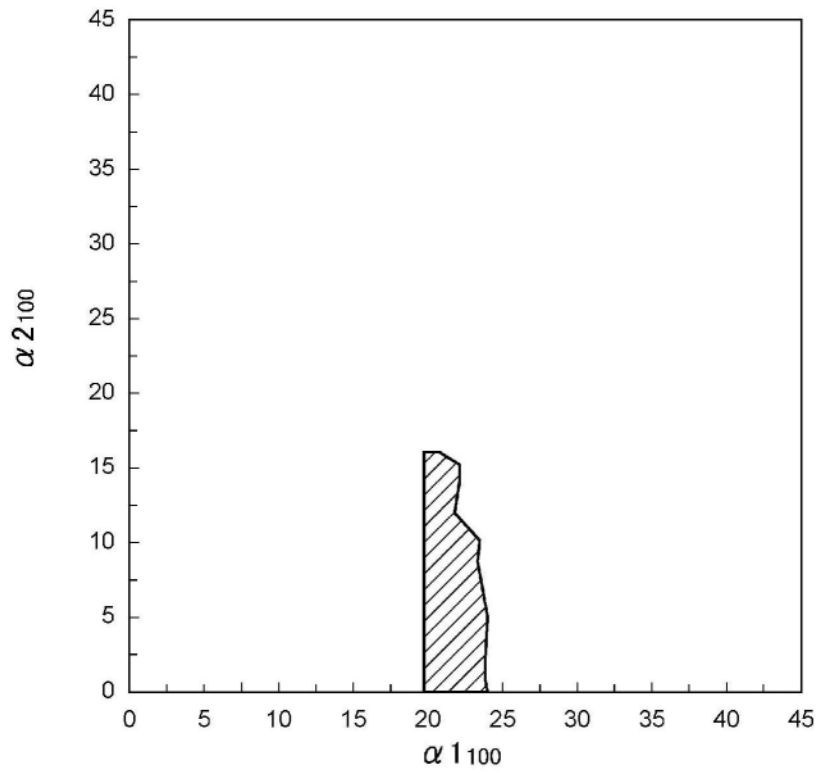


图16

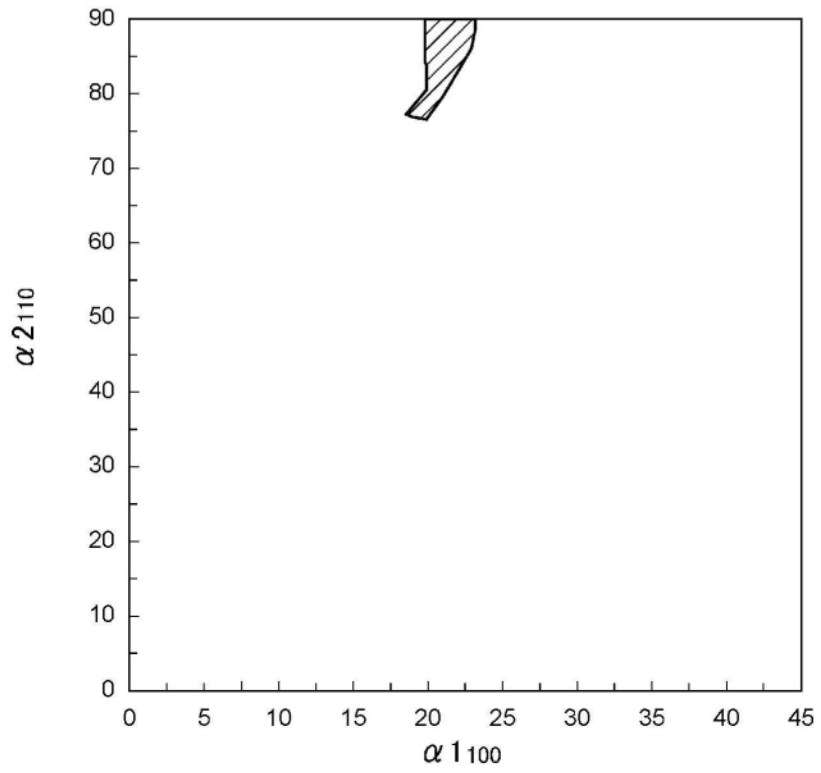


图17

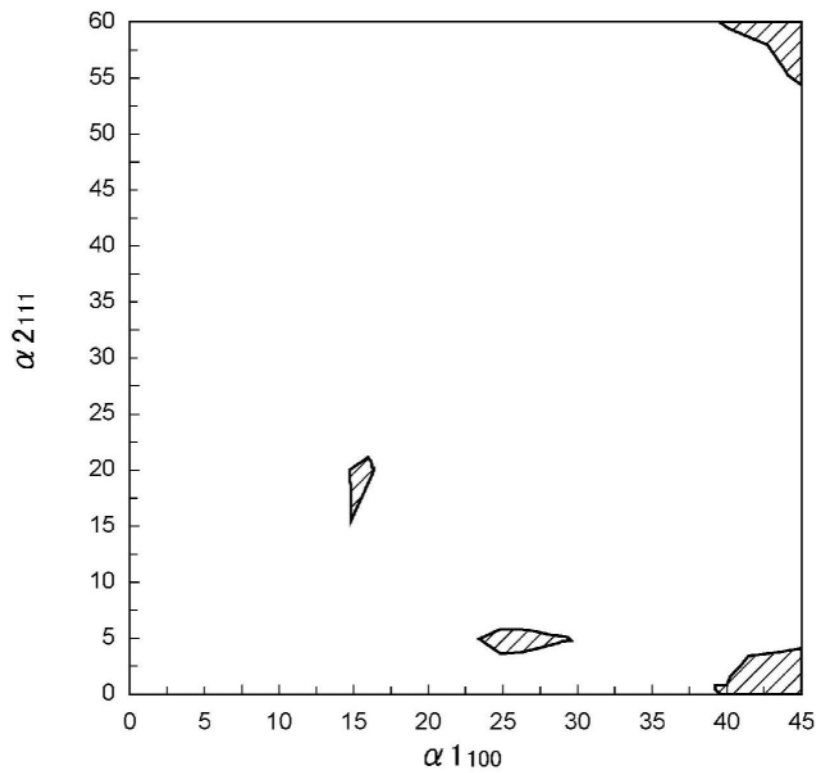


图18

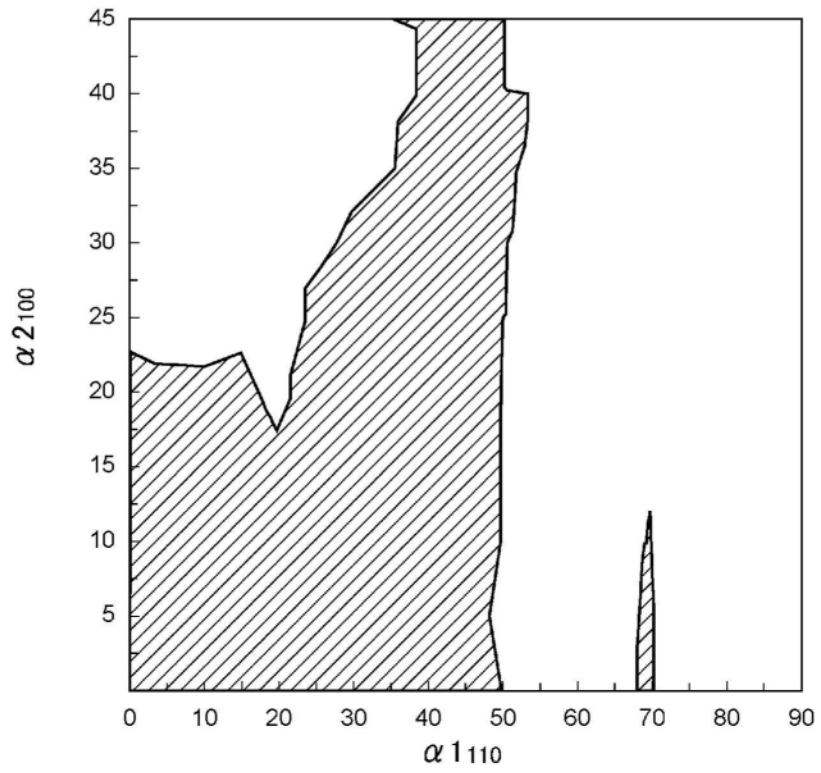


图19

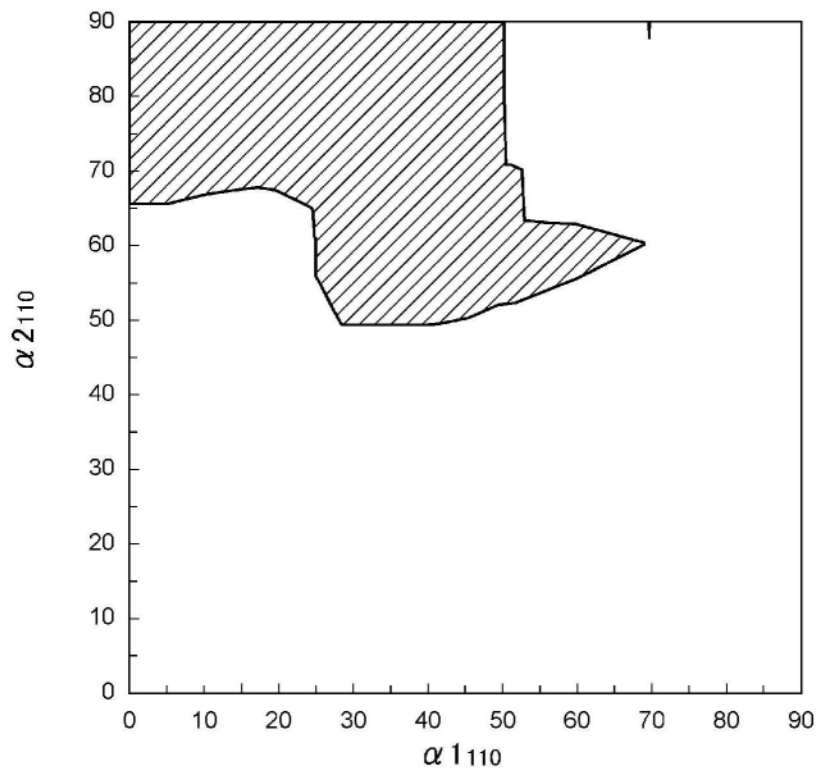


图20

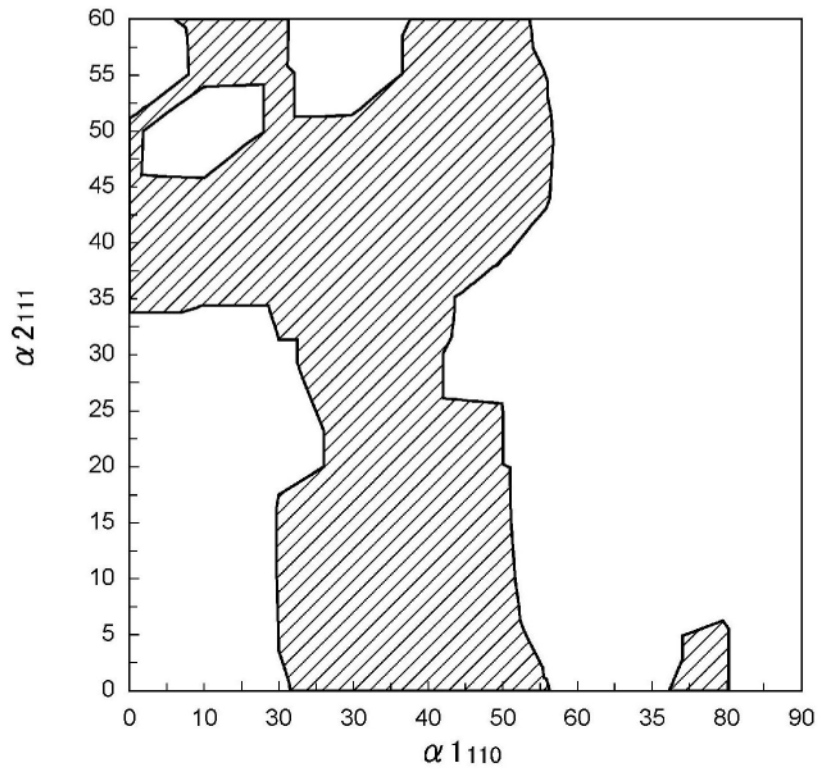


图21

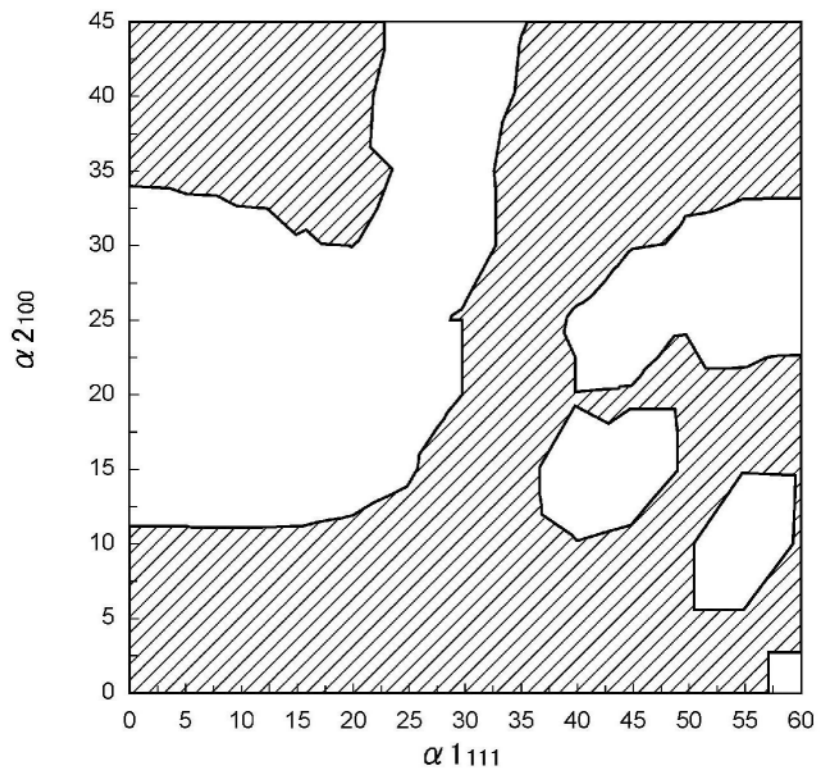


图22

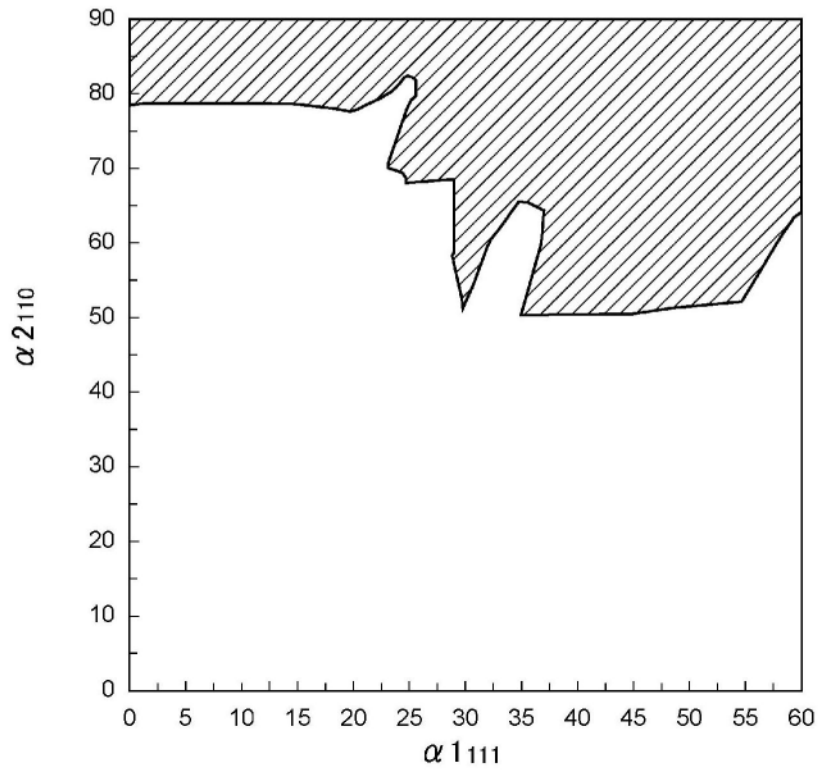


图23

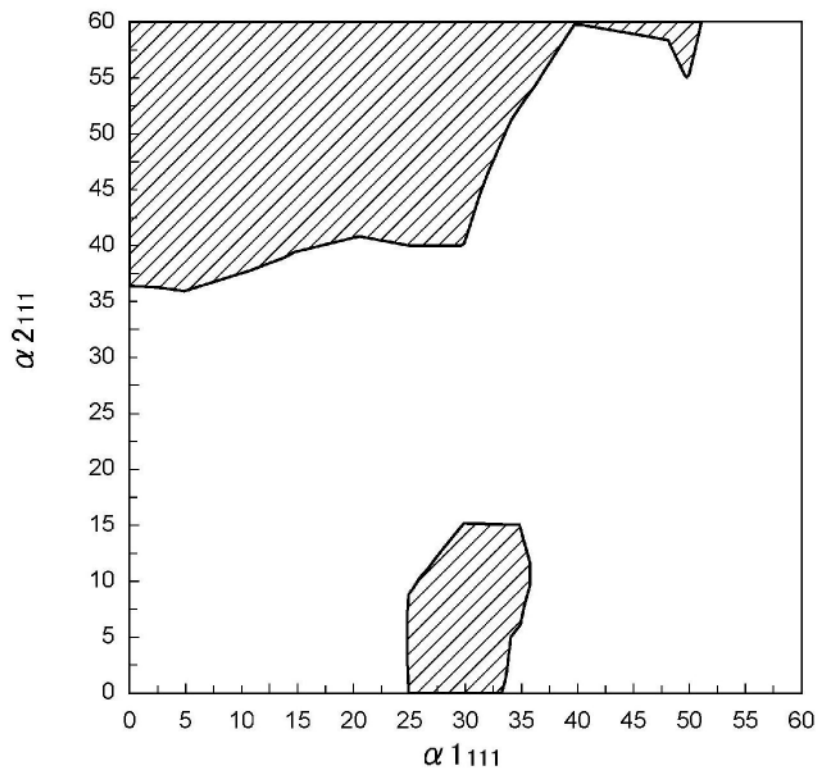


图24

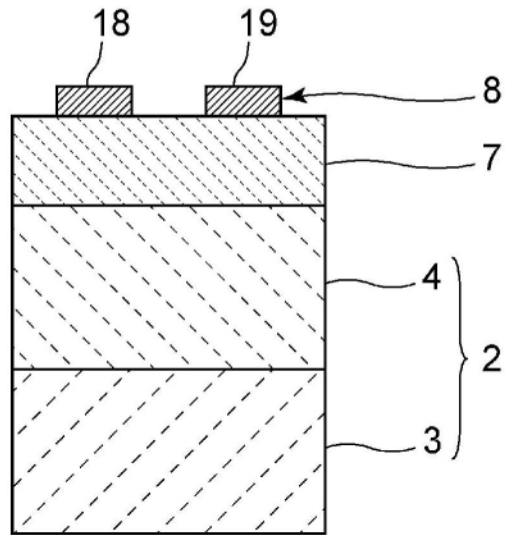


图25

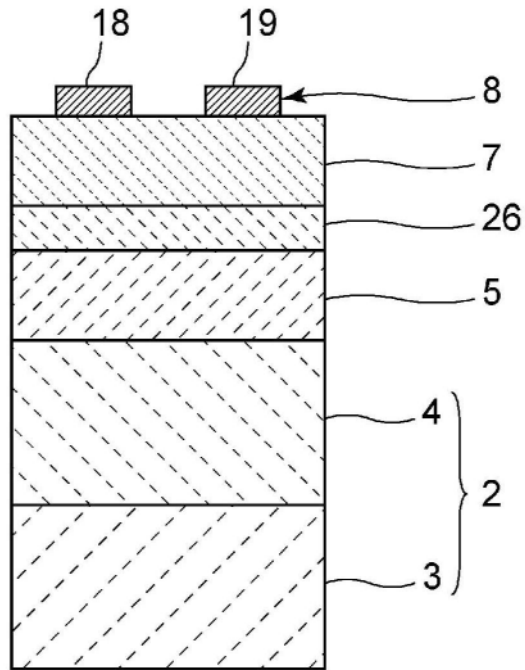


图26

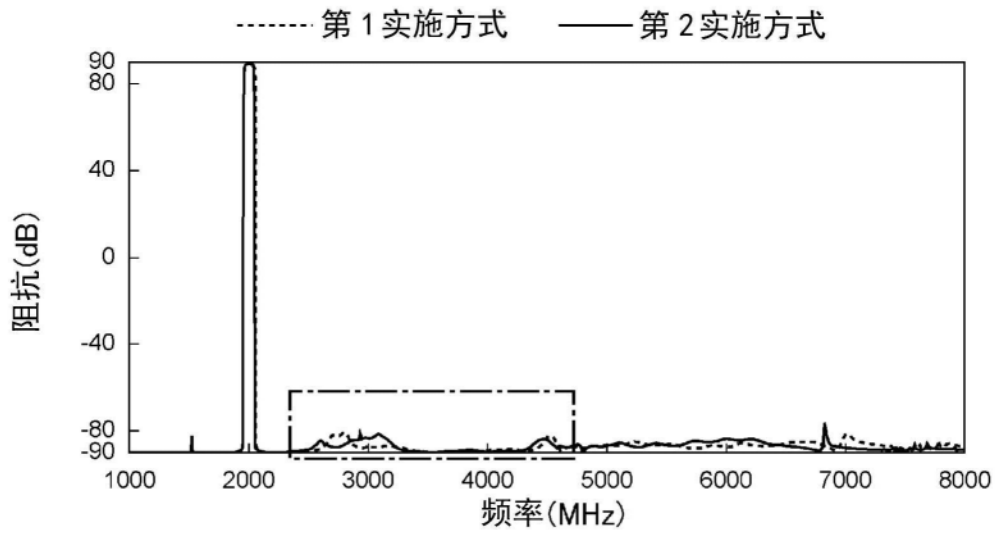


图27

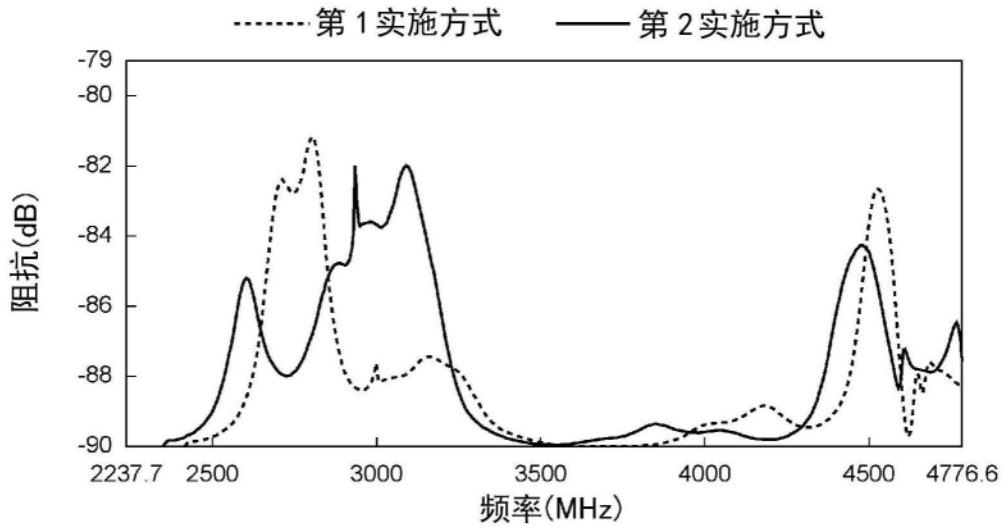


图28

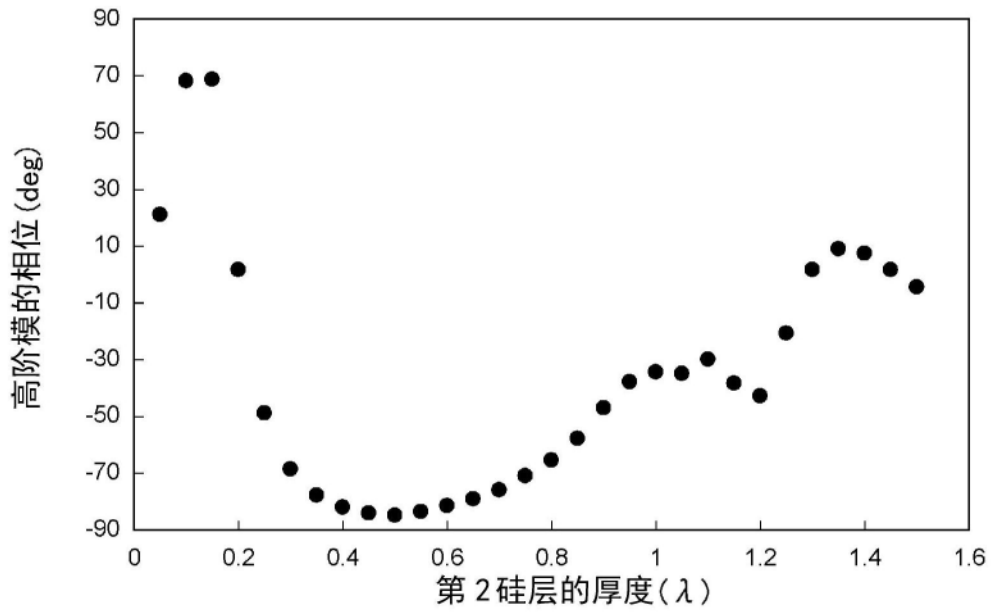


图29

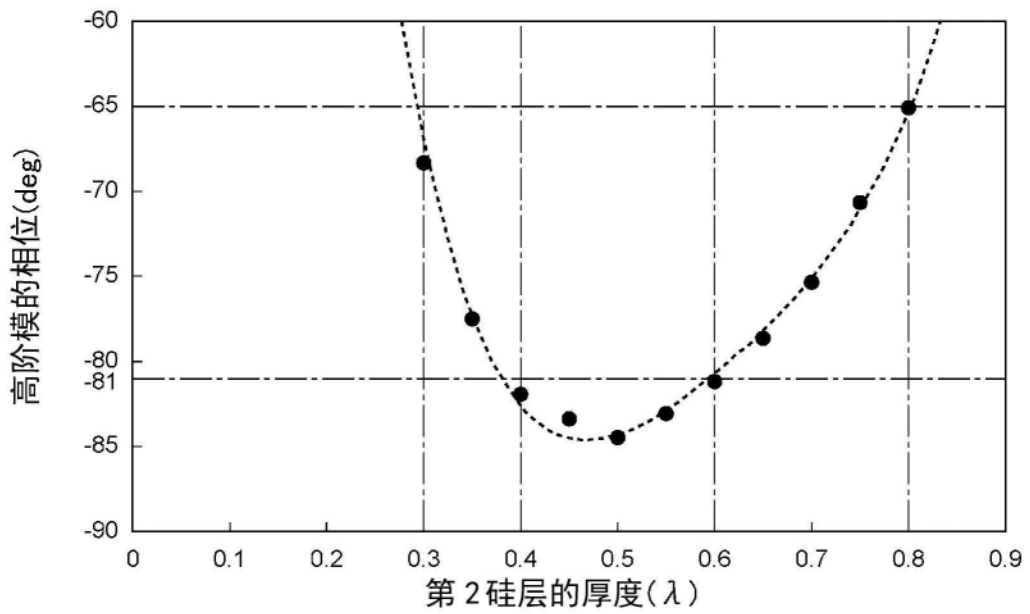


图30

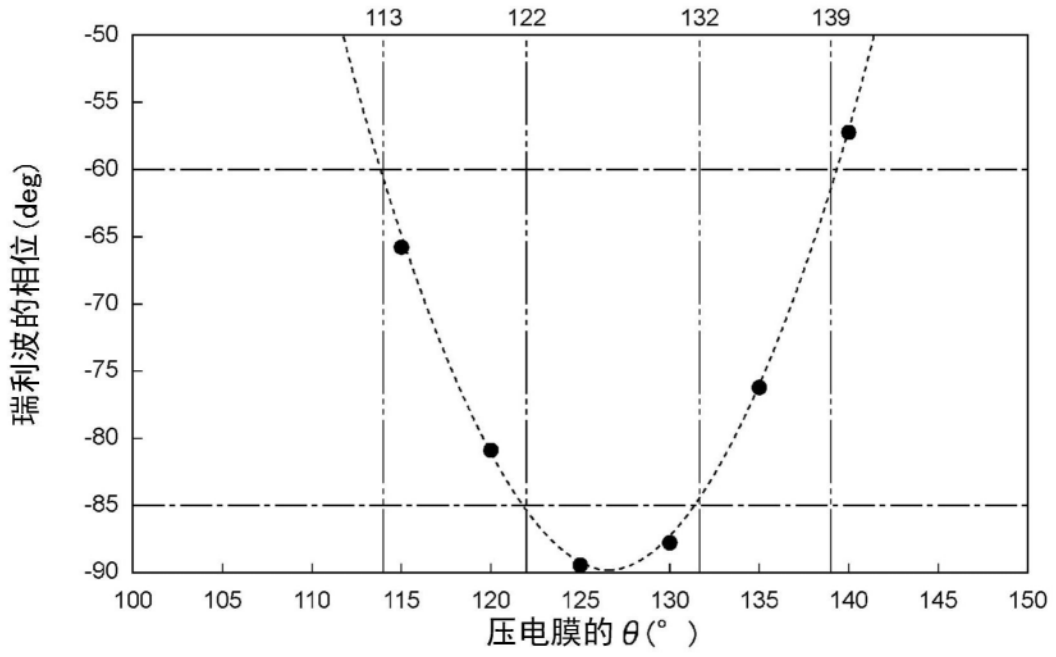


图31

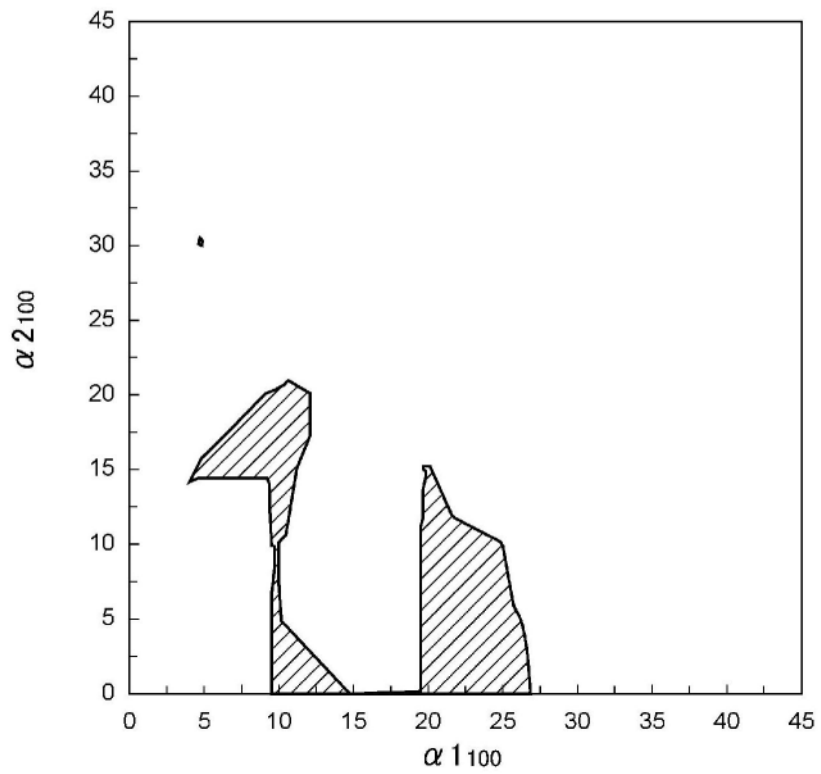


图32

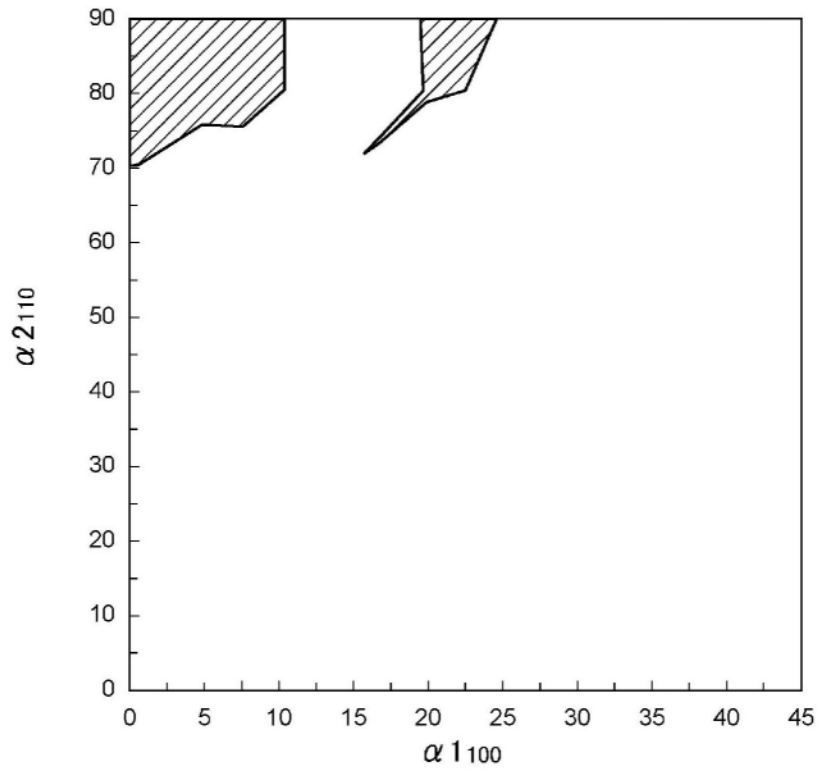


图33

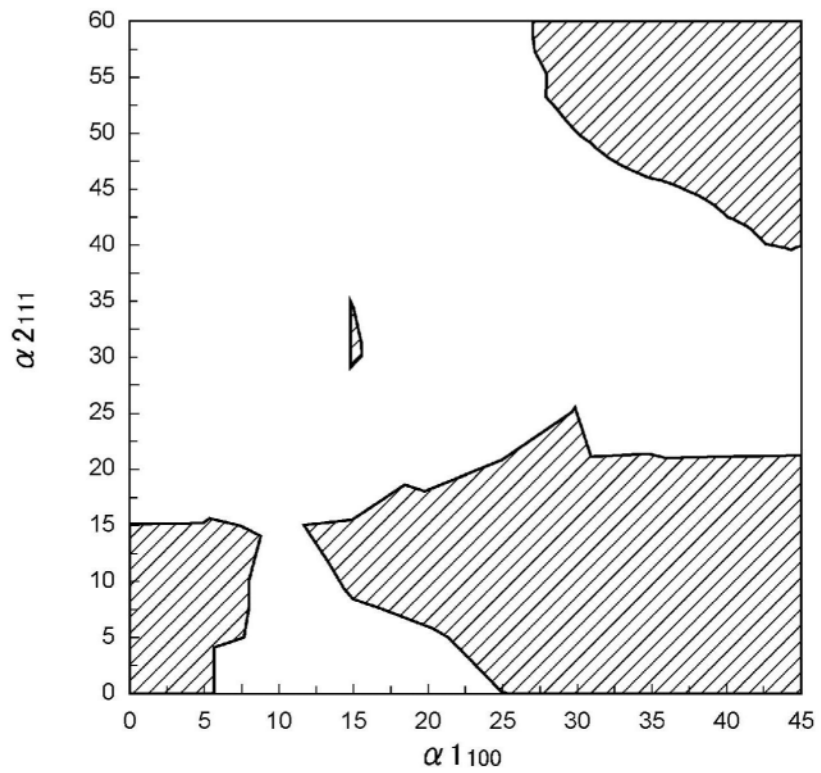


图34

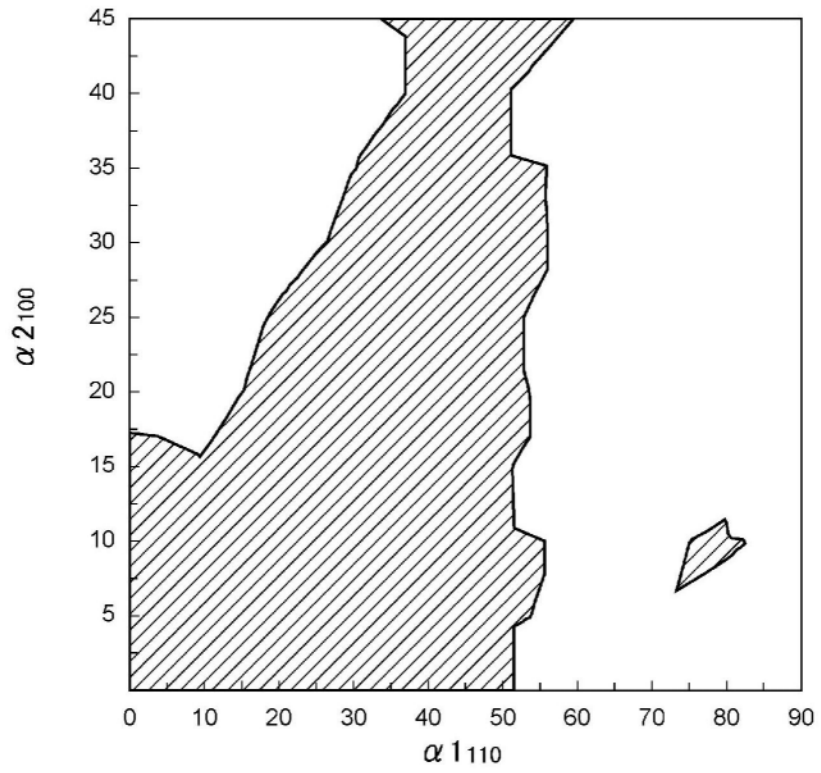


图35

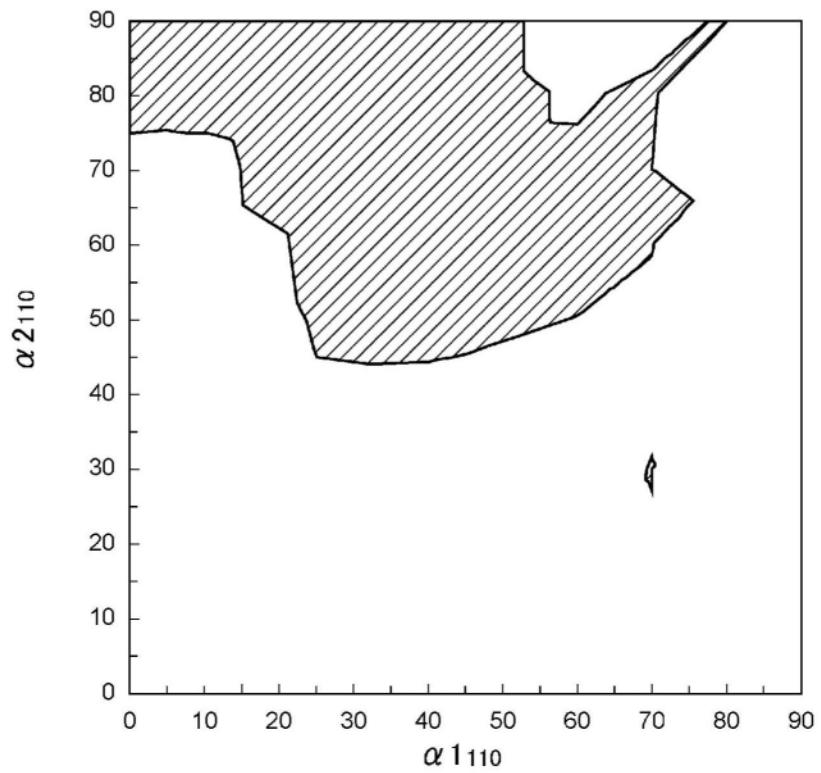


图36

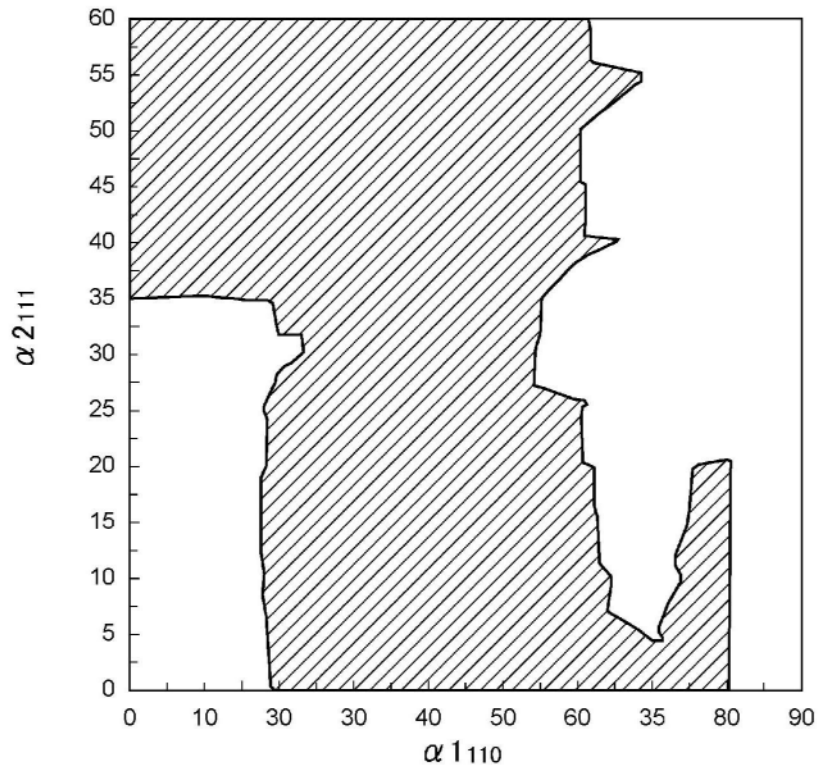


图37

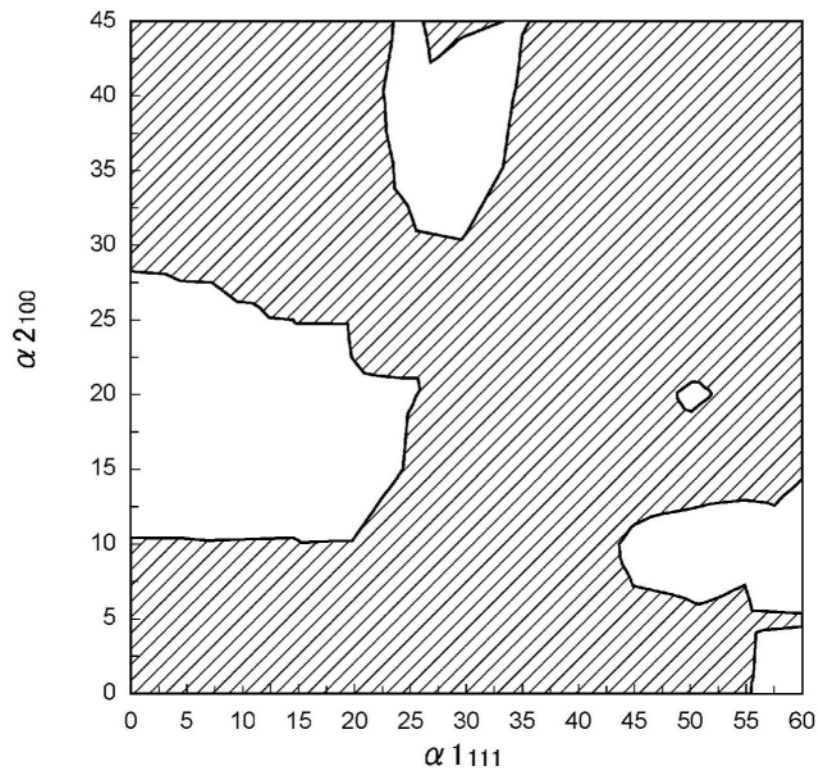


图38

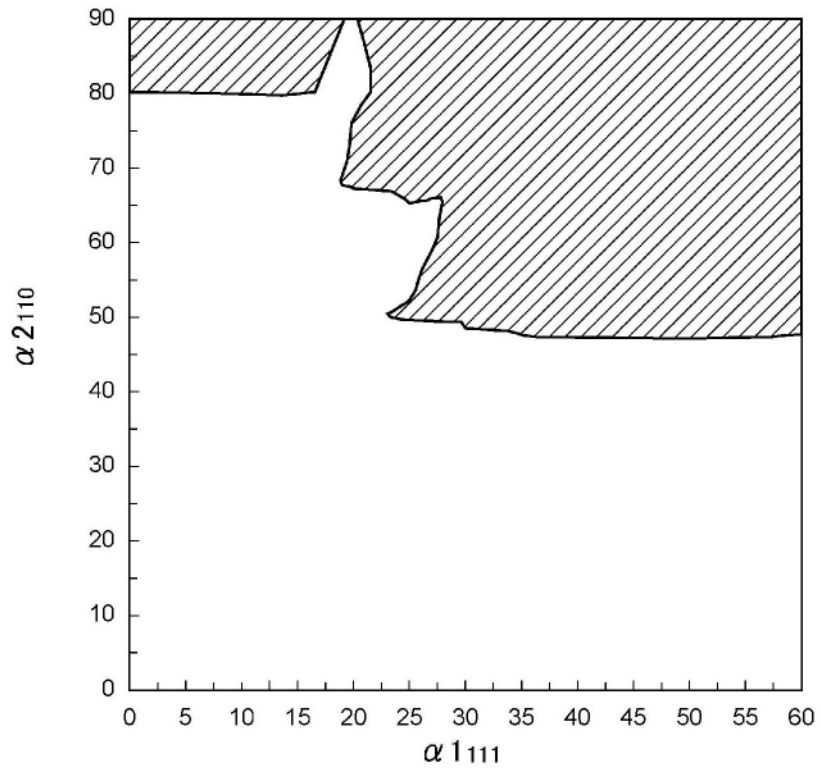


图39

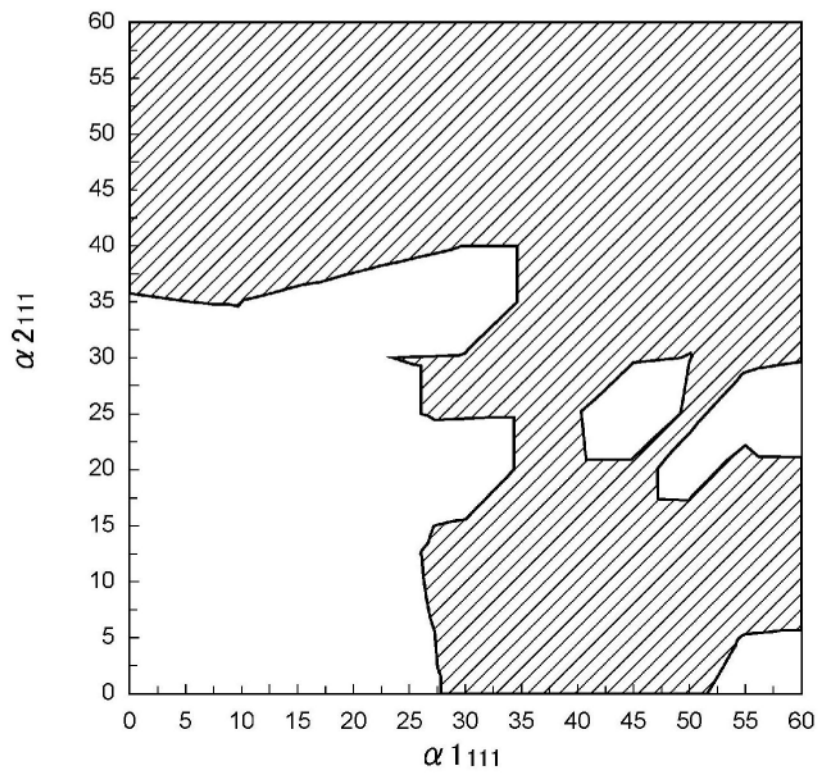


图40

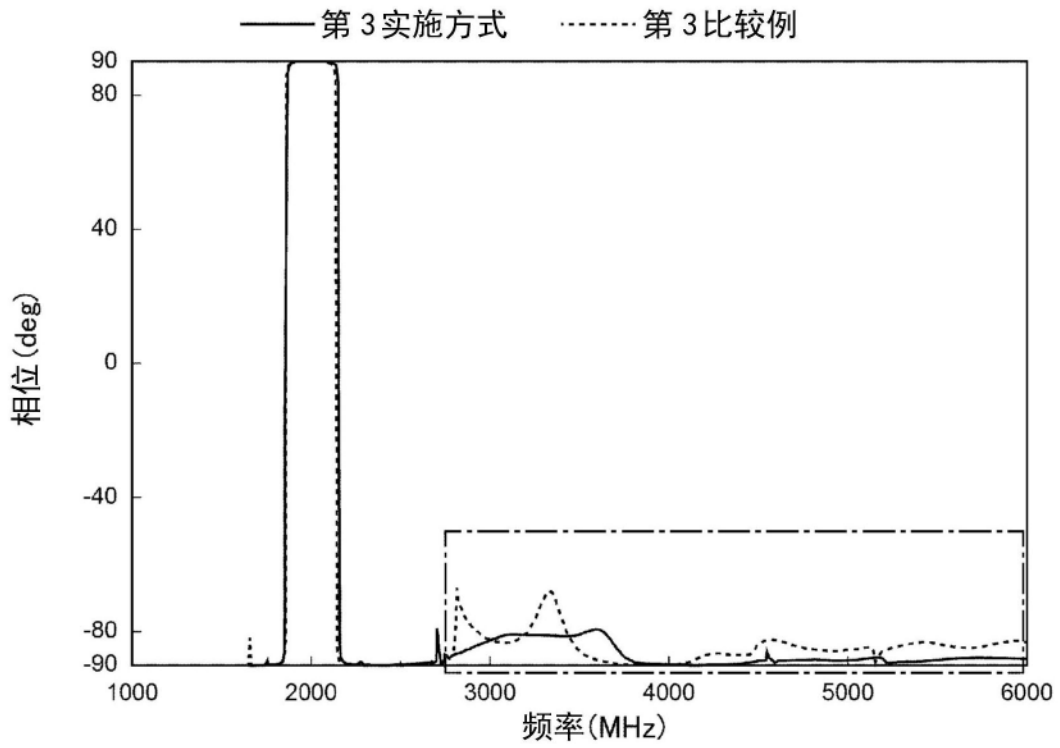


图41

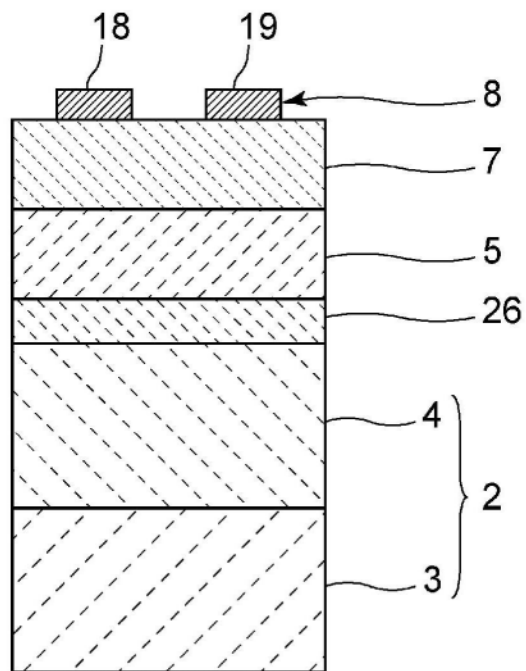


图42