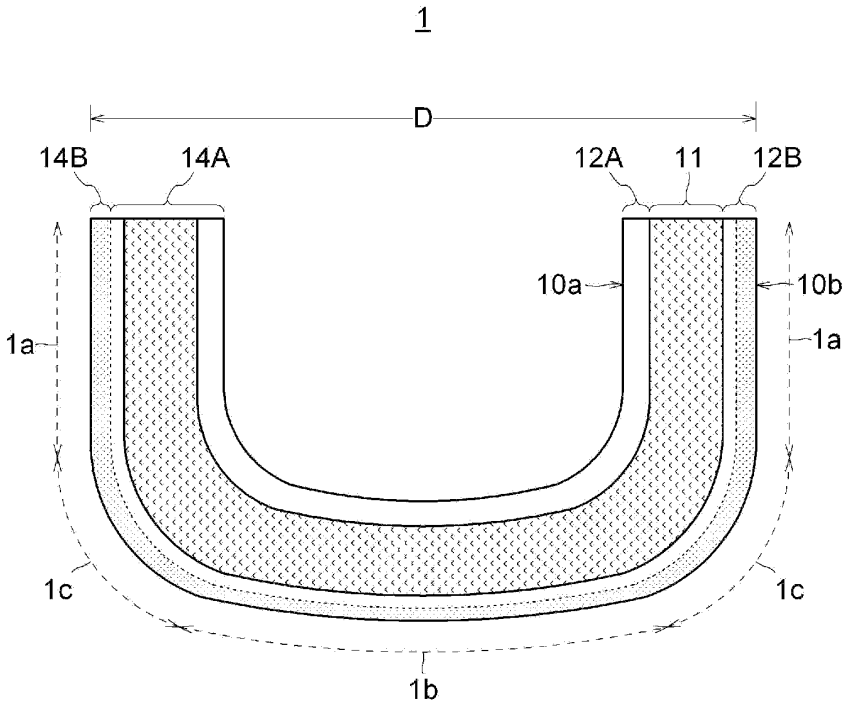
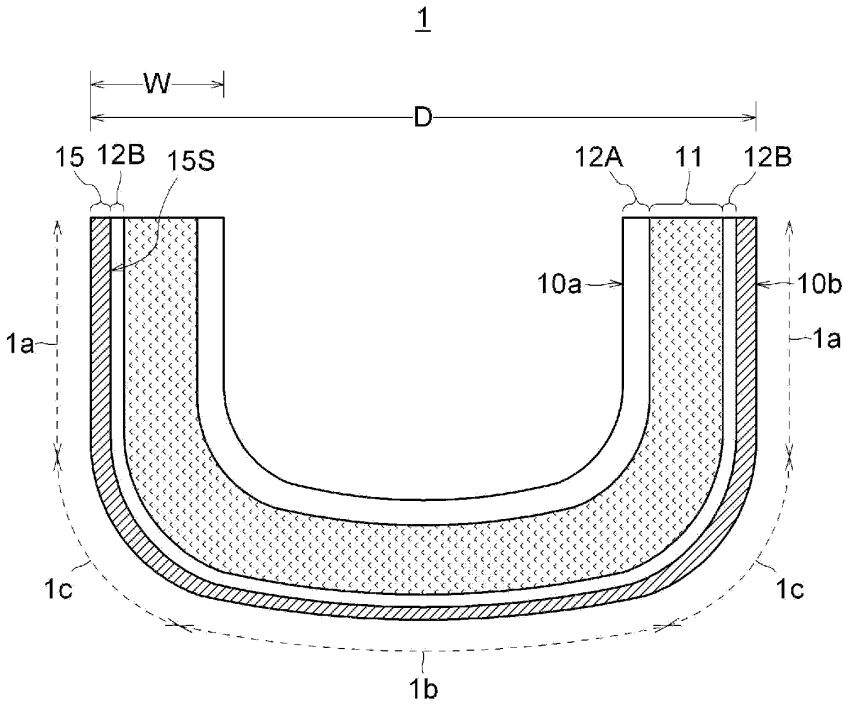
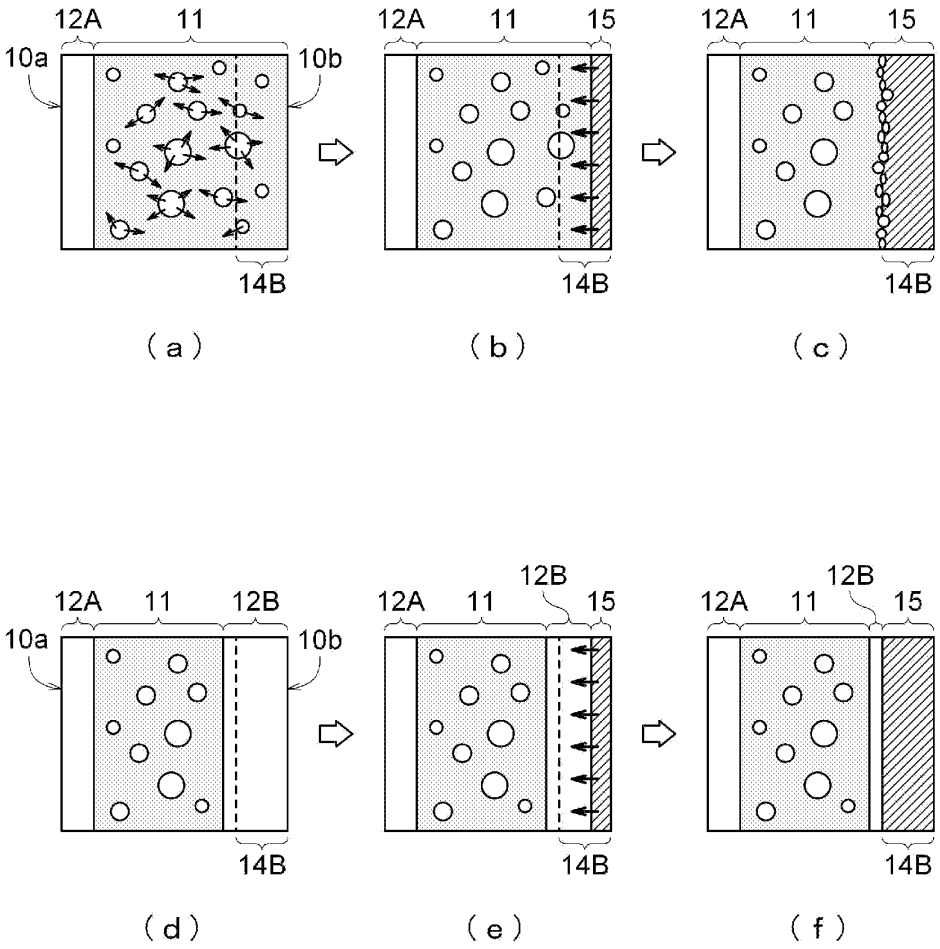
[図1]



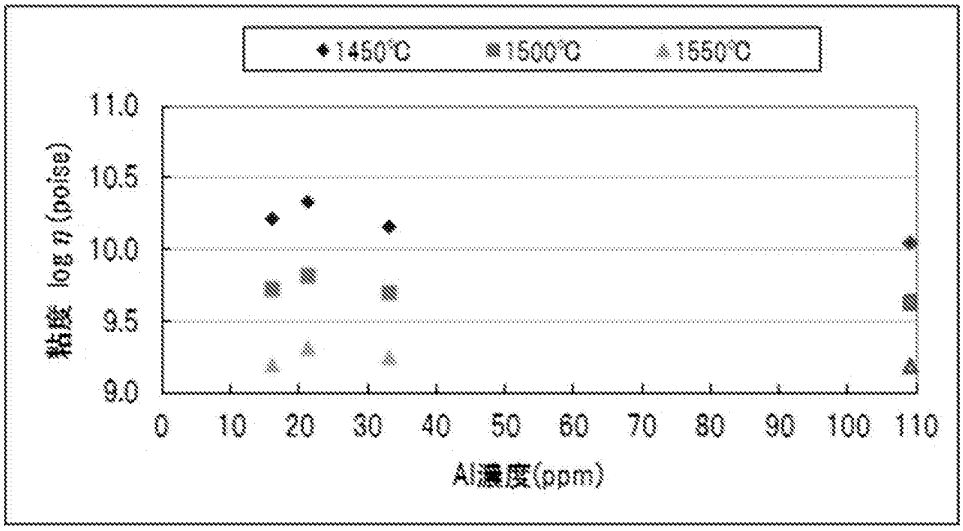
[図2]



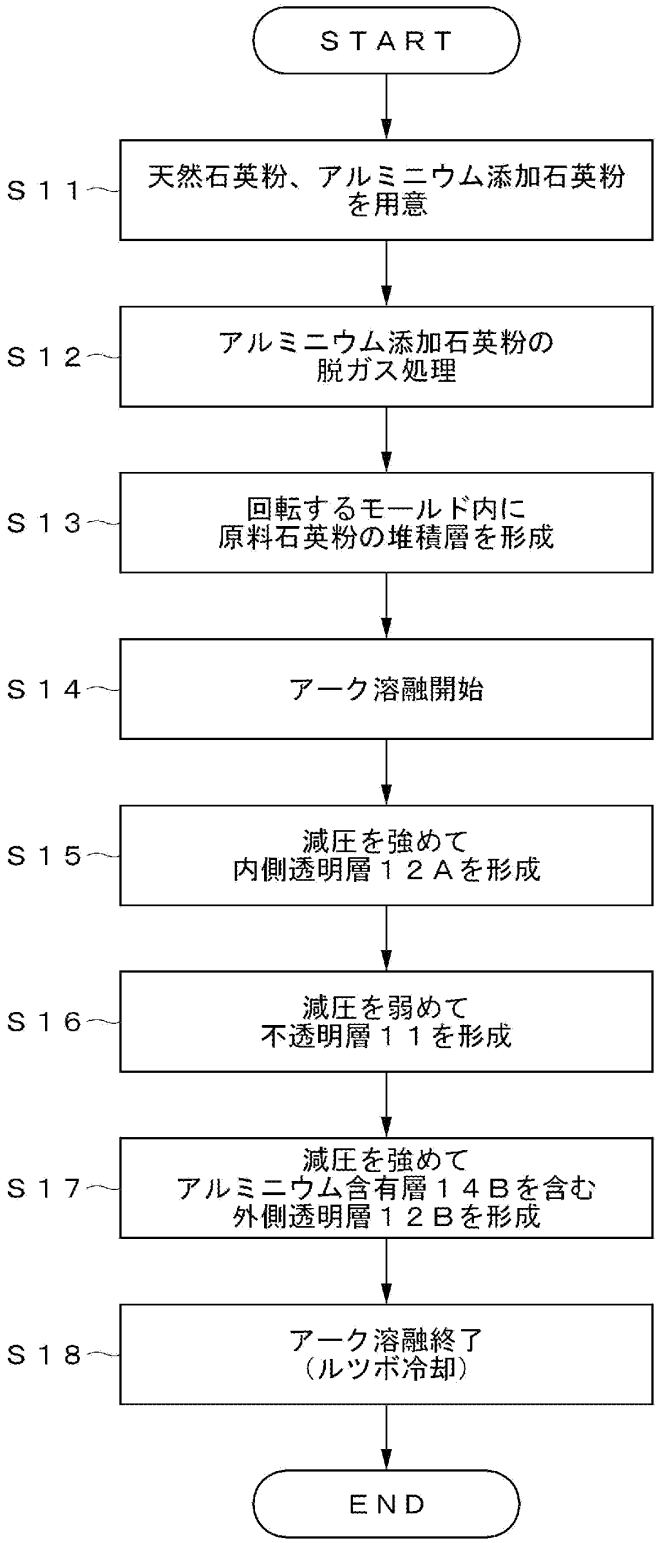
[図3]


12A
11
10a
10b
14B
(a)
12A
11
15
14B
(b)
12A
11
15
14B
(c)
12A
11
12B
10a
10b
14B
(d)
12A
11
12B
15
14B
(e)
12A
11
12B
15
14B
(f)

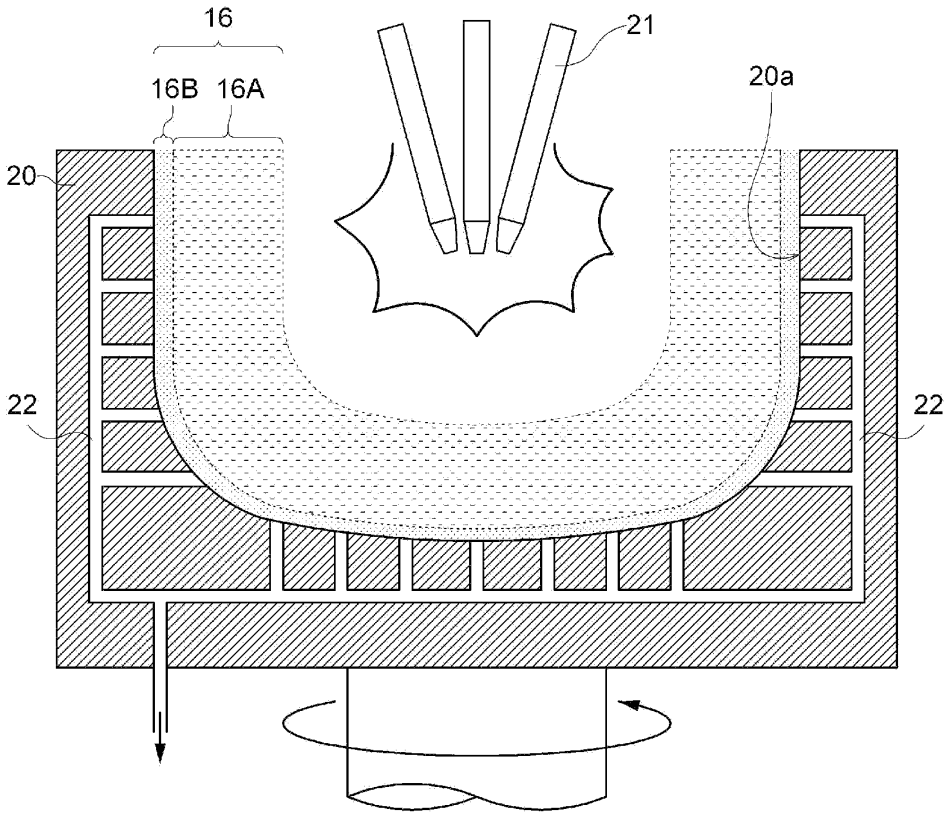
[図4]


1450℃
1500℃
1550℃
粘度 log η (poise)
11.0
10.5
10.0
9.5
9.0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
Al濃度(ppm)

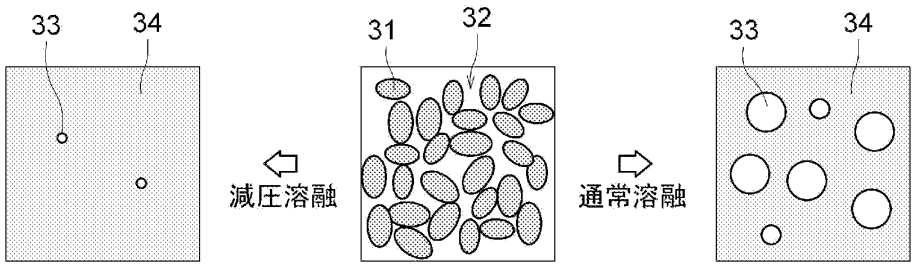
[図5]


ＳＴＡＲＴ
Ｓ１１
天然石英粉、アルミニウム添加石英粉を用意
Ｓ１２
アルミニウム添加石英粉の脱ガス処理
Ｓ１３
回転するモールド内に原料石英粉の堆積層を形成
Ｓ１４
アーク溶融開始
Ｓ１５
減圧を強めて内側透明層１２Ａを形成
Ｓ１６
減圧を弱めて不透明層１１を形成
Ｓ１７
減圧を強めてアルミニウム含有層１４Ｂを含む外側透明層１２Ｂを形成
Ｓ１８
アーク溶融終了（ルツボ冷却）
ＥＮＤ

[図6]

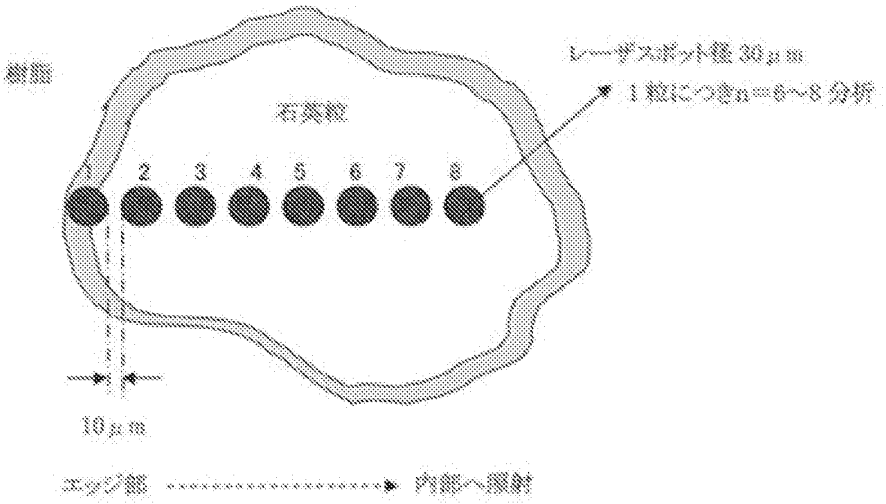


（a）



（b）

[図7]

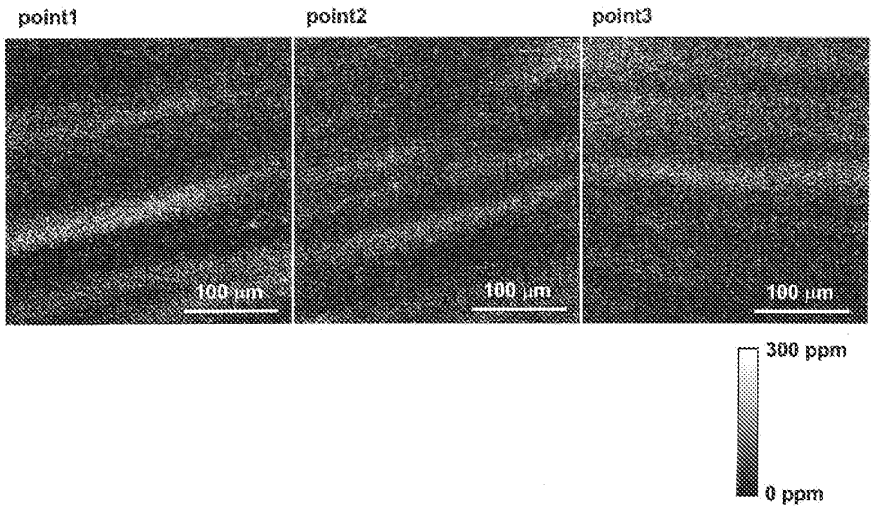


（a）

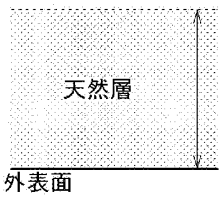
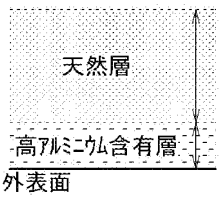
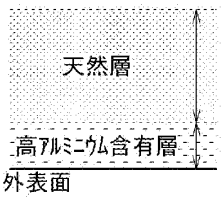
サンプル名	Al濃度（ppm）
①（表面～30 μm）	378
②（40～70 μm）	14
③（80～110 μm）	15
④（120～150 μm）	16
⑤（160～190 μm）	13
⑥（200～230 μm）	15
⑦（240～270 μm）	14

（b）

[図8]



[図9]

		通常ルツボ	外面結晶化ルツボ（通常高アルミニウム含有層）	外面結晶化ルツボ（脱カーボン処理した高アルミニウム含有層）
断面模式図（外面側）				
カーボン濃度（ppm）	天然層	4.2	4.2	4.2
	高アルミニウム含有層	-	6.8 ⇨	4.9
硫黄濃度（ppm）	天然層	4.7	4.7	4.7
	高アルミニウム含有層	-	8.2 ⇨	3.2
気泡含有率（%）	天然層	2.5	2.5	2.5
	高アルミニウム含有層	-	2.7 ⇨	2.1

[図10]

	高アルミニウム含有層中のアルミニウム平均濃度（ppm）	結晶化速度（μm/h）	アルミニウム添加石英粉の前処理	高アルミニウム含有層の減圧溶融	高アルミニウム含有層中の気泡含有率（%）	結晶化層の発泡・剥離
比較例1	100	48	無し	無し	2.7	有り
比較例2	100	48	有り	無し	2.2	有り
実施例1	100	48	無し	有り	1.0	無し
比較例3	30	20	無し	無し	2.5	有り
比較例4	30	20	有り	無し	2.0	有り
実施例2	30	20	無し	有り	0.6	無し
実施例3	30	20	有り	有り	0.4	無し
比較例5	20	12	無し	無し	2.4	有り
実施例4	20	12	有り	無し	2.0	無し
実施例5	20	12	無し	有り	0.5	無し