

ランガサイトのポリシング実験

○千葉 亜紀雄*, 岩崎 拓浩*, 池田 正幸**

*日本電波工業株式会社, **北海道大学

要旨

新しい圧電結晶のランガサイトは電気機械結合係数が大きく広い通過帯域のフィルタ素材として注目されている。その素材のポリシング加工は新しい研磨材のコロイダルセリウムにより高い加工能率と良い表面粗さが得られた。また、その表面粗さはエッチングによる劣化が少ないことが分かった。

1. 緒言

近年、移動体通信の発展は著しく、デジタル化が進んでいる。ランガサイトはバルク波および弾性表面波(SAW)フィルタ用の新しい圧電結晶として注目されている。ランガサイト(La₃Ga₅Si₃O₁₄)は、水晶と同じ結晶系(三方晶系, 32)に属しているが、電気機械結合係数は3~4倍であり、フィルタを構成すると2~3倍の広い通過帯域が可能となる。しかし、ランガサイトは水晶と比べて、軟らかく機械的に破損しやすく、酸に溶解し易い性質を有する。従来、ランガサイトのポリシングはコロイダルシリカで行われ酸化セリウムでは鏡面になりにくいと報告されている¹。本論文は水晶のポリシングで高い加工能率と良い表面粗さが得られたコロイダルセリウム²、コロイダルシリカ、酸化セリウムの粒径の大きさとポリシング圧力について実験を行い、ポリシングの加工能率、表面粗さとポリシング面をエッチングした表面粗さを評価した。

2. 実験装置と実験方法

ポリシング装置とその運動機構を図1に示す。下定盤にポリシングパッドを貼付け、修正キャリアに試料を貼付け、試料を下側にした状態で下定盤のポリシングパッド上に乗せた。回転方向は反時計方向を正とする。下定盤、修正キャリアの自転は45rpm, 10rpm。修正キャリアの公転は時計方向に25rpmとした。実験に使用した研磨材の種類と粒径は表1に示す。研磨材の供給は1分間に1.3ccを点滴した。ポリシングパッドはスバ800を使用した。試料はランガサイトのYカット、直径5mm、厚さ0.5mmの円形板を使用した。ポリシングの前加工はGC#1000のラップを行い、その後ポリシングを行った。ポリシング圧力は0.49N/cm²~4.90N/cm²の範囲で行った。ポリシングしたブランクは温度80℃の塩酸17.5%溶液に浸せきエッチングした。ポリシングの加工能率、エッチングの除去厚さは試料を電氣的に励振させ、その振動周波数と厚さの関係式、 $t = K/f$ 、 t :厚

さ μm , f :振動周波数 MHz, K :周波数定数 1380 から計算された。試料のポリシング及びエッチング表面の粗さは触針式粗さ計(サーフコム)で測定した。

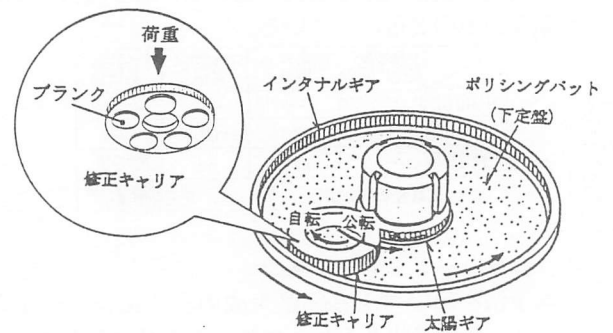


表1 研磨材の種類と粒径

種類	平均粒径 (nm)	固形分 (wt%)	比重	pH
コロイダルセリウム(C1)	100	20	1.21	4.8
コロイダルセリウム(C2)	30	20	1.20	4.0
コロイダルシリカ(S1)	70	50	1.40	8.7
コロイダルシリカ(S2)	20	40	1.39	9.5
酸化セリウム(O1)	1500	20	—	—
酸化セリウム(O2)	400	20	—	—

注) 酸化セリウムは粉末と水で攪拌した状態で使用した。

3. 実験結果

3.1 ポリシングの加工能率

研磨材と加工能率の関係を図2に示した。最も高い加工能率はC1で両面ポリシングで可能なポリシング圧力0.98N/cm²で6.96 $\mu\text{m}/\text{h}$ を示した。次に高い加工能率はS2の4.63 $\mu\text{m}/\text{h}$ であった。ポリシング圧力が高いと加工能率も高くなっている。

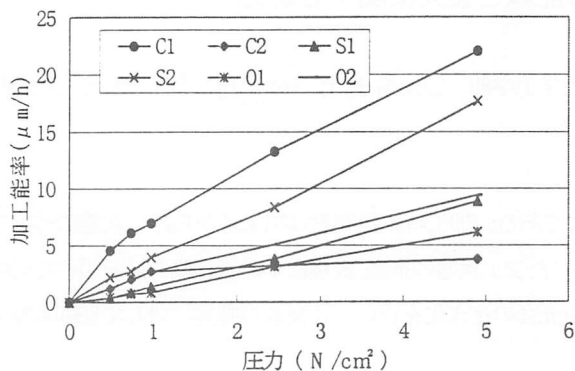


図2 ポリシング圧力と加工能率の関係

3.2 ポリシング表面の粗さ

ポリシングした表面の粗さ，ポリシング面のエッチング除去厚さと表面粗さの関係を図3に示す。

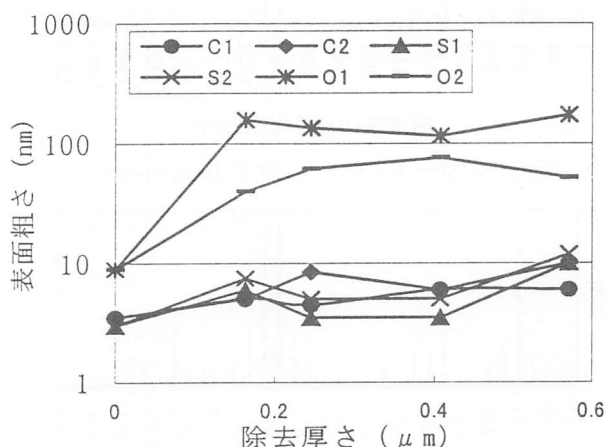


図3 表面粗さとエッチング除去厚さの関係

1) ポリシング表面の粗さ

コロイダル研磨材 (C1, C2, S1, S2) でポリシングした表面粗さは 3.5nm 以下，酸化セリウム (O1, O2) は 9nm の大きい値を示した。

2) エッチング表面の粗さ

酸化セリウム (O1, O2) は短時間エッチンで表面粗さの変化が大きく，O1 は除去厚さ 0.16 μm でピークに達し 153nm を示した。一方，コロイダル研磨材 (C1, C2, S1, S2) の表面粗さは 10nm 以下であった。しかし，コロイダル研磨材，酸化セリウムとも 0.16 μm 以上では表面粗さの変化は小さい。

4. 考察

1) 加工能率

最も高い加工能率はコロイダルセリウム C1 により得られた。ポリシング圧力 0.98N/cm²における，研

磨材の加工能率を大きい順に並べた。

$$C1 >> S2 > O2 > C2 > S1, O1$$

S2 を C1 と同じ加工能率にするためにはポリシング圧力を高くしなければならないが，両面ポリシングは圧力を 1N/cm² より高くはできない。コロイダルセリウムとコロイダルシリカは粒径の大きさと加工能率の関係で正反対の性質を示した。コロイダルセリウムは粒径の大きい C1 の加工能率が高く，コロイダルシリカは粒径の小さい S2 の加工能率が高い結果を示した。また，酸化セリウムは C1, S2 に比べ O1, O2 とも加工能率は小さい。

2) 表面粗さ

酸化セリウムと比べコロイダル研磨材のポリシングした表面粗さは約 1/2 以下である。コロイダル研磨材でポリシングした面をエッチングした表面粗さは酸化セリウムより小さく約 1/4 以下である。酸化セリウムでポリシングした表面が短時間エッチングで粗くなるのは，酸化セリウム砥粒による微少な機械的損傷部がエッチングにより腐食され大きな粗さを示したと推定される。

5. 結言

ランガサイトのポリシングに効果のある研磨材が得られた。

- 1) コロイダルセリウム C1 は両面ポリシングで使用可能な 1N/cm² の低い圧力で高い加工能率が得られた。
- 2) コロイダル研磨材でポリシングした面はエッチングで表面の粗さの低下が小さいことが分かった。

今後の課題はポリシングした表面とその面をエッチングした表面の面性状を観察し，エッチングにより表面が粗くなる原因とポリシング加工機構の解析を行うことである。

参考文献

1. : S.Laffey, M.Hendrik, J.R.Vig " Polising and Etching Langasite and Quartz Crystal ", IEEE Frequency Control Symposium, (1994)245-250
2. : 千葉亜紀雄, 小泉光次, 池田正幸 " 水晶のコロイダルセリウムによるポリシング実験 " 精密工学会秋季大会講演論文集, 9(1996)59-60