

電子線描画装置を使用した1GHz OPAW振動子の電極パターンニング

Electrode patterning of 1GHz OPAW resonator using electron beam lithography system

ユーザー氏名 / User's Name :

今大健, 元野智幸, 丸山春樹, 芦沢英紀 / Tasuku Kon, Tomoyuki Motono, Haruki Maruyama, Hideki Ashizawa
(リバーエレテック株式会社 / River Eletec Corp.)

実施機関担当者 / Person in Charge of ARIM :

藤原 誠^a, 水島 彩子^a, 落合 幸徳^a, 三田 吉郎^a, 菊田利行^b, 庄子征希^b, 鶴谷敏則^b, 森山 雅昭^b, 戸津 健太郎^b / Makoto Fujiwara^a,
Ayako Mizushima^a, Yukinori Ochiai^a, Yoshio Mita^a, Toshiyuki Kikuta^b, Masaaki Shoji^b, Toshinori Tsuruya^b, Masaaki Moriyama^b,
Kentaro Totsu^b (^a東京大学, ^b東北大学 / ^aThe University of Tokyo, ^bTohoku University)

KEY WORDS

リソグラフィ / Lithography, 水晶振動子 / Quartz resonator, 水晶発振器 / Quartz oscillator, KoTカット, OPAW, 高周波, 低位相雑音, 低ジッタ

概要 / Overview

近年の通信需要の増大に伴う高速・大容量通信への市場要求に応えるため、1GHzまでの基本波発振と高い周波数精度を両立させた、リファレンスクロック源となるOPAW振動子を開発・製品化した。また、OPAW振動子と専用設計されたICを組み合わせることでRMS jitterが20fs以下の高い周波数安定度を持つ発振器の開発にも成功している。これらの製品は従来にない優れた温度特性と非常に低ノイズな周波数出力を実現し、高精度で安定した信号が求められる高速通信や、計算能力の限界を押し上げる次世代コンピューティング技術での応用が期待されている。

In order to meet the market demand for high-speed, large-capacity communications in response to the recent increase in communication demand, we have developed and commercialized an OPAW oscillator that serves as a reference clock source with both fundamental oscillation up to 1 GHz and high frequency accuracy. In addition, by combining the OPAW resonator with a specially designed IC, the company has succeeded in developing an oscillator with high frequency stability and RMS jitter of less than 20fs. These products have excellent temperature characteristics and extremely low-noise frequency output, which have never been achieved before, and are expected to find applications in high-speed communications, which require high-precision and stable signals, and in next-generation computing technology, which pushes the limits of computing power.

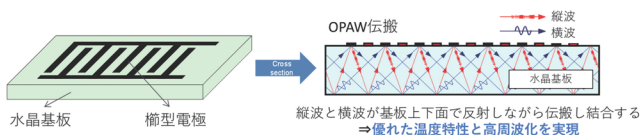
OPAW振動子の開発

Development of OPAW resonator

● Orthogonal Plate Acoustic Waves(OPAW)とは

水晶基板上に楕型電極を形成し、基板の厚さは波長の2倍程度まで薄くなっている。この楕型電極にRF信号を印加することで発生する無数の板波の中から振動子に最適な振動モードをOPAW(Orthogonal Plate Acoustic Waves)として振動子に適用している。

Orthogonal Plate Acoustic Waves (OPAW)

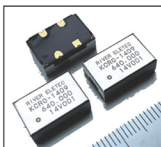


● 振動子の性能とその応用製品

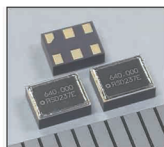
水晶の切断角度を最適化(KoTカット)することで、リファレンスクロックとして世界で広く使用されているATカット水晶振動子よりも優れた周波数温度特性と1GHzまでの基本波発振を両立させたOPAW振動子の開発、量産化に成功した。また、同振動子に応用した派生品として2種類の発振器の開発にも成功し、サンプル出荷を開始した。いずれの発振器もRMS jitterが20fs以下となる高い周波数安定度を有している。



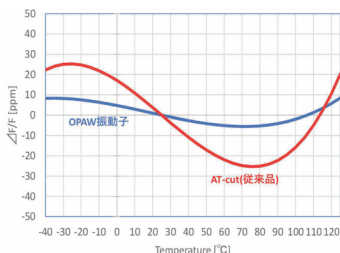
KoT-cut Resonator
KCR-04 (3.2 × 2.5 × 0.7 mm)



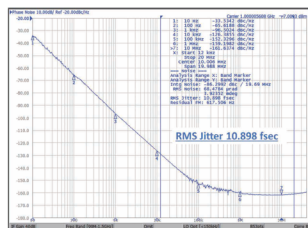
KoT-cut Oscillator
KCRO-1409 (14.2 × 9.2 × 5.3 mm)



KoT-cut Oscillator
KCRO-04 (3.2 × 2.5 × 1.3 mm)



OPAW振動子と
AT-cut(従来品)の温度特性



KCR-04の位相雑音特性 @1GHz
RMS Jitter(12k to 20MHz) 10.9fsec

ARIMの活用

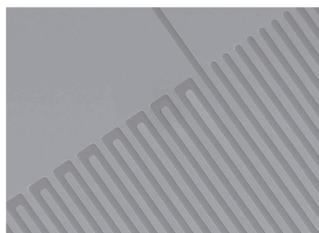
Use of ARIM

● CAE解析からものづくりまで

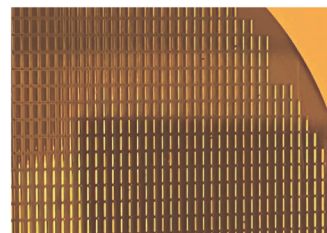
解析によって設計値は定まっていたが、実際にものをつくらせるとなると社内設備では性能が足りず、極薄ウェハにサブミクロンのパターンニングが必要と技術的にも大きなハードルもあり作製に困難を極めていたが、東京大学拠点での電子線描画装置、ICP-RIEの使用や、細かな技術支援により振動子の作製に初めて成功した。以降は基礎研究が迅速に進み、量産化までの期間を大幅に短縮することができた。振動子の作製結果から、OPAW振動とKoTカットについての特許を各国に出願し、日本での特許第7249055号「弾性波素子」の他、アメリカ、イギリス、台湾で特許が登録となった。

● 量産化と設計コストの低減

振動子はユーザに応じて要求される周波数が異なり、個別に振動子を開発する必要がある。そのため、通常は露光用のマスク作製が必要となるが、東北大拠点のマスクレスアライナー、イオンミリング装置を使用することで、マスク作製の工程を省くことができ、さらに東北大拠点内で電極加工を完結させることで出荷までの時間を大幅に短縮可能な体制を確立させた。



東大でのEB露光(L/S 900/900nm)



東北大学での水晶ウェハへのパターンニング

OPAW技術の市場とその役割

Market for OPAW technology and its role

OPAW技術に応用した製品は広い温度範囲での安定した動作を保証し、PLLを不要とすることで非常に低ノイズな出力信号を実現可能であり、高速データ通信、量子コンピュータ、高速FPGA's、大規模データセンター等、先端技術の基盤として、幅広い分野での応用が見込まれる。この革新的な製品は、通信とコンピューティングの両分野で重要な役割を果たし、これらの技術進化を大きく加速させることが期待される。

CONTACT

リバーエレテック株式会社 / River Eletec Corp. 元野 智幸 / Tomoyuki Motono
URL: <http://www.river-ele.co.jp/>