2024年10月

高周波・超低ノイズ 差動出力水晶発振器

REM-B / AEM-B / TEM-B / KEM-B

九州電通株式会社

KYUSHU DENTSU COMPANY LIMITED (KDK)

http://www.kdk-group.co.jp

概要

■ 通信システム5Gの普及、今後6Gに向けて

- 通信容量の増大に伴い、高速・大容量化が進んでいる。

■ ユーザーからの要求

- 基準クロック源となる水晶デバイスには**高周波化**・**低ノイズ性能**・**小型化**が求められている。

■ 市場ニーズに応えた新製品の開発

- 高周波・超低ノイズの差動出力水晶発振器を開発
- 無逓倍出力で500MHzまで可能
- 高周波帯は当社独自のプラズマ技術による薄板化加工にて実現：反転メサ型水晶ブランク
- ATカット
- 低ノイズ・低ジッタを実現
- パッケージは超小型2520～7050サイズまで対応

特長

RoHS

- 差動出力水晶発振器
- サイズ　　:2520 / 3225 / 5032 / 7050の4種類
- 周波数範囲　:25MHz～500MHz
- 出力タイプ　:LVPECL / LVDS / HCSL
- 電源電圧　　:+2.5V / +3.3V
- 動作温度範囲 :-40～+125℃
- 位相ジッタ　:67fs typ.（@156.250MHz）

REM-B
（2.5x2.0x1.1mm）

AEM-B
（3.2x2.5x1.1mm）

TEM-B
（5.0x3.2x1.4mm）

KEM-B
（7.0x5.0x1.4mm）

Products

ターゲット市場 / アプリケーション

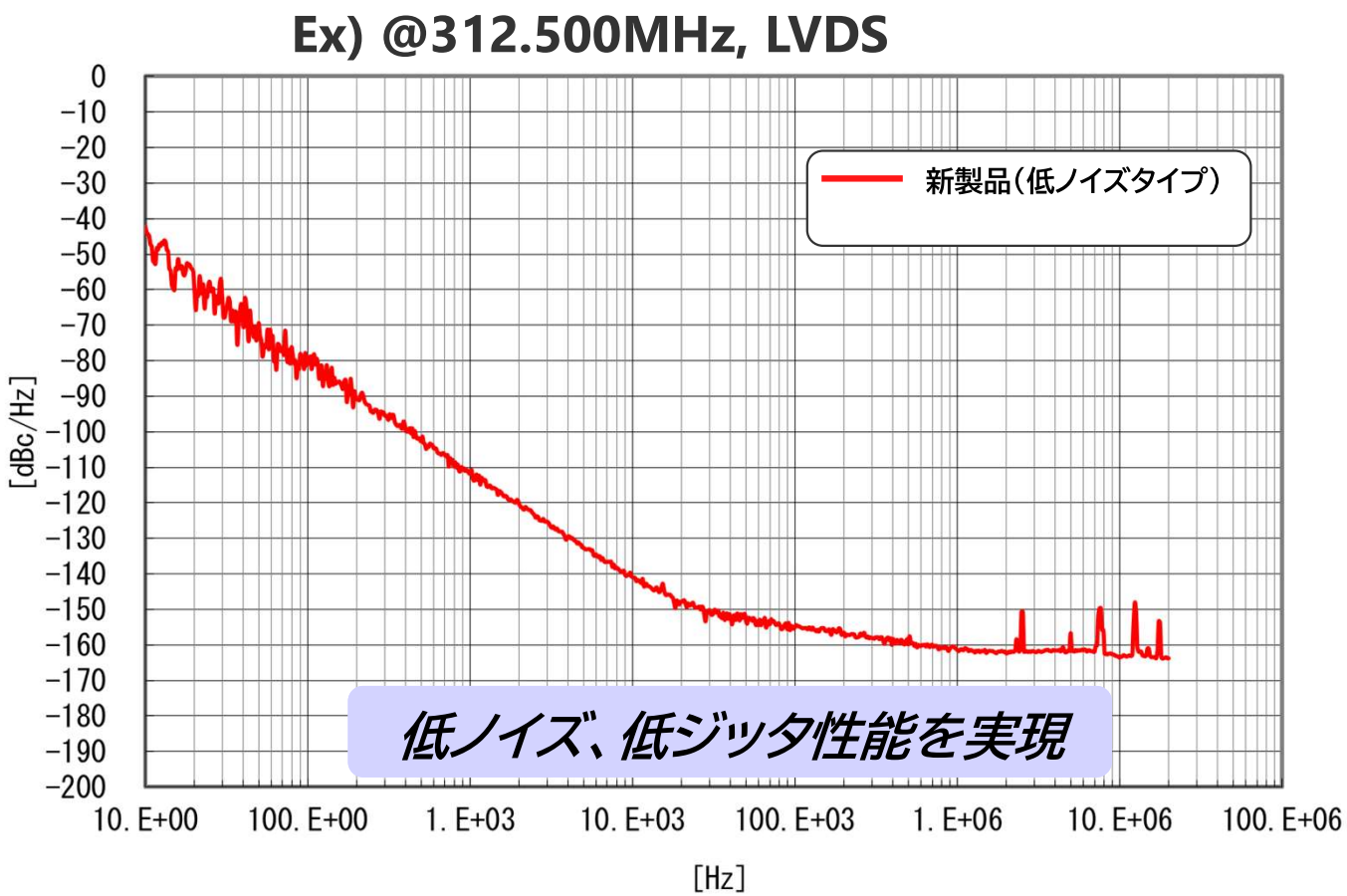
- データセンター
- 光伝送モジュール
- ネットワーク機器(ルーター、サーバー)
- 通信用基地局
- FA機器、計測器

電気的特性

全サイズ共通

特性項目	Parameters	Conditions 条件	LVPECL	LVDS	HCSL
供給電圧	Supply Voltage		+2.5V±5% +3.3V±5%		
動作温度範囲	Operating Temperature Range		-40～+85℃ -40～+105℃ -40～+125℃		
周波数範囲	Frequency Range		100～500MHz		
消費電流(max.)	Input Current	Frequency Range	70mA(25～320MHz) TBD(320+～500MHz)	35mA(25～320MHz) TBD(320+～500MHz)	45mA(100～320MHz) TBD(320+～500MHz)
周波数安定性(max.)	Frequency Stability	≦170MHz(-40～+85℃)	+ 25ppm		
		≦170MHz(-40～+125℃) >170MHz(-40～+85℃)	+ 50ppm		
		All Frequency(-40～+125℃)	+ 100ppm		
シンメトリー(max.)	Symmetry	At 0.5Vdd	45/55%		
出力電圧	Output Voltage	"0" Level(max.) "1" Level(min.)	Vcc-1.81～Vcc-1.62V Vcc-1.025～Vcc-0.880V	0.9V 1.6V	-0.15～0.15V 0.66～0.85V
差動出力電圧(min.)	Differential Output Voltage	Offset Voltage	-	0.4Vp-p (at 1.125～1.375V)	-
立上り/立下り時間(max.)	Rise/ Fall Time	At 20%～80%Vp-p	0.4ns	0.3ns	0.5ns
負荷	Load		Vtt=Vcc-2.0V Rt=50Ω	100Ω (OUT1-OUT2)	50Ω
E/D機能	E/D Function	#1 Open #1 ≧ 0.7Vdd #1 ≦ 0.3Vdd	#4,#5 Active #4,#5 Active #4,#5 High-Z		
スタンバイ電流(max.)	Stand-by Current	At "0"Level at #1	30μA max.		
位相ジッタ(typ.)	Phase jitter	Offset Frequency	67fs (12kHz～20MHz) @156.250MHz		

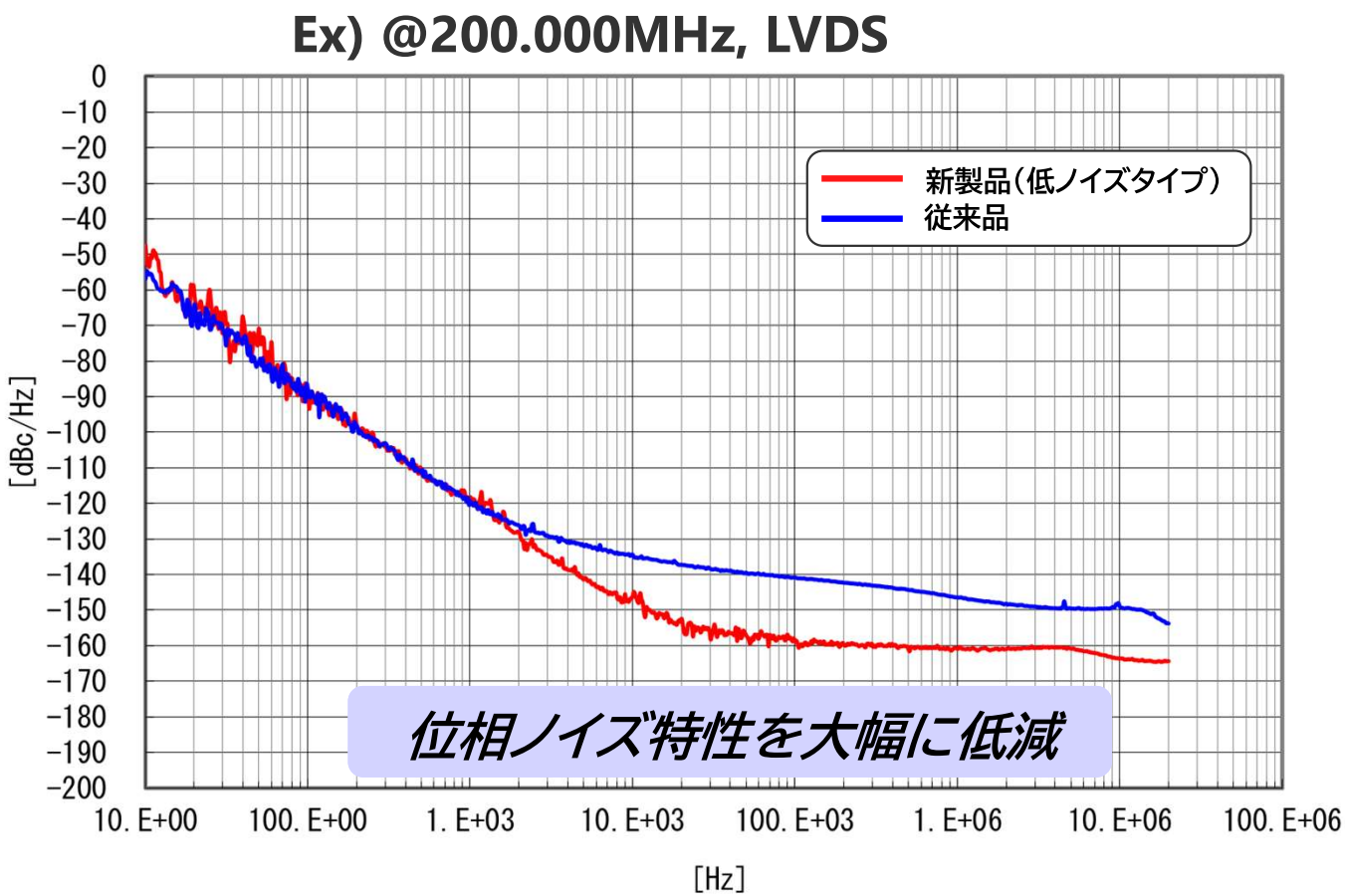
Phase Noise Data（参考値）



	10Hz	100Hz	1kHz	10kHz	100kHz	1MHz	10MHz	PHASE JITTER(ps)
低ノイズタイプ	-42	-79	-112	-141	-155	-161	-164	0.026

Measured By “Agilent E5052B Signal Source Analyzer”

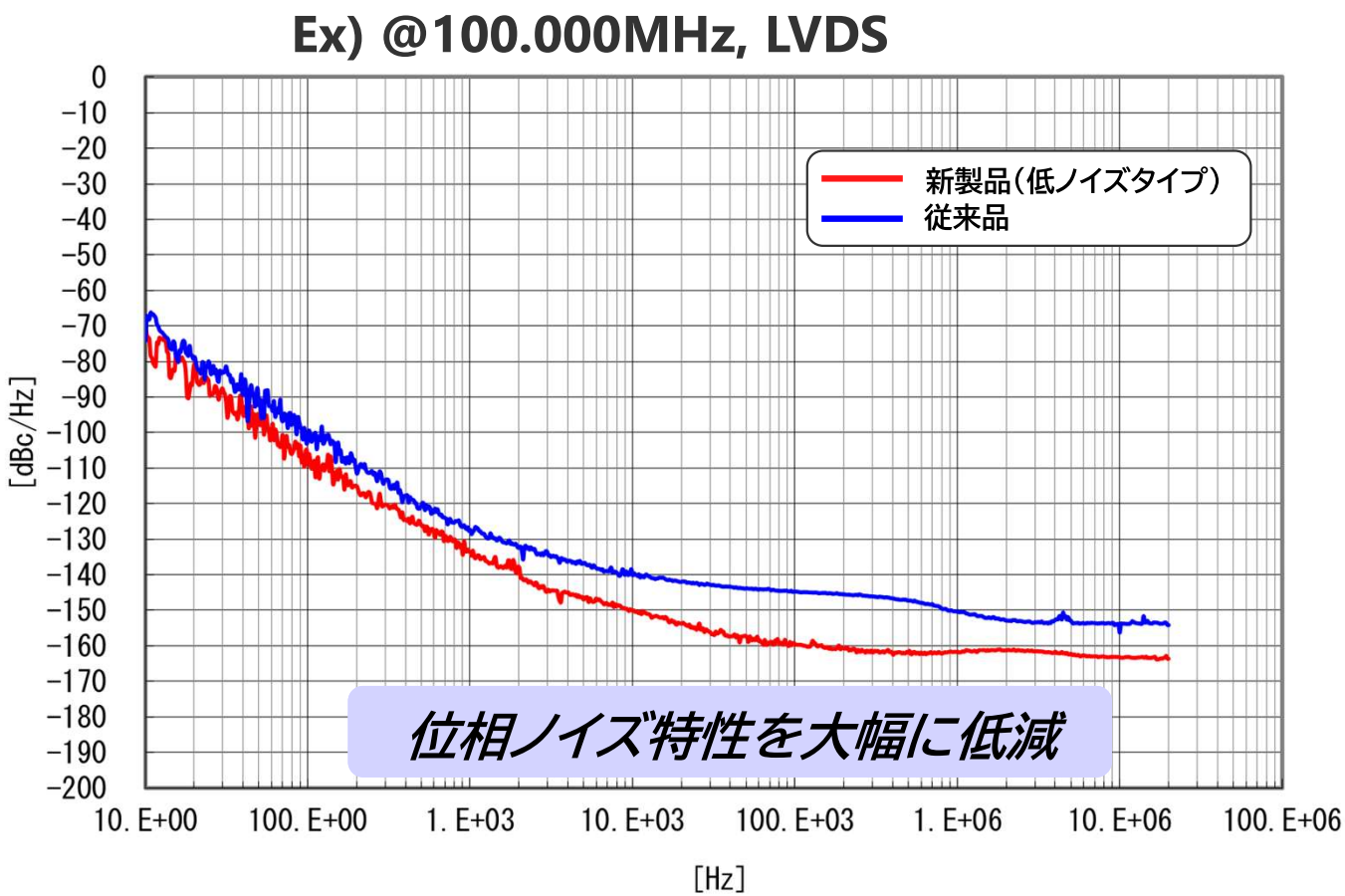
Phase Noise Data（参考値）



	10Hz	100Hz	1kHz	10kHz	100kHz	1MHz	10MHz	PHASE JITTER(ps)
低ノイズタイプ	-47	-88	-118	-146	-159	-161	-164	0.037
従来品	-57	-88	-119	-134	-141	-146	-149	0.173

Measured By “Agilent E5052B Signal Source Analyzer”

Phase Noise Data（参考値）

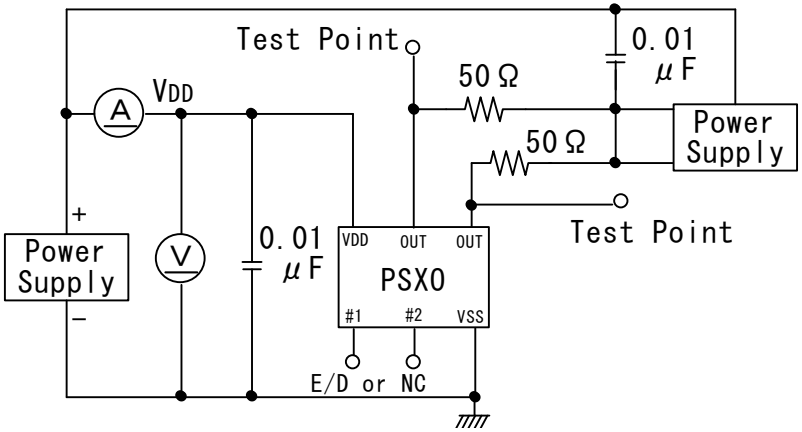


	10Hz	100Hz	1kHz	10kHz	100kHz	1MHz	10MHz	PHASE JITTER(ps)
低ノイズタイプ	-69	-109	-134	-150	-160	-162	-163	0.072
従来品	-74	-101	-127	-140	-145	-150	-156	0.232

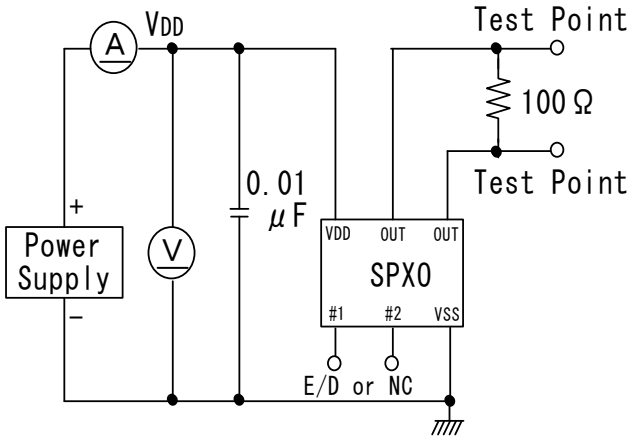
Measured By “Agilent E5052B Signal Source Analyzer”

テスト回路 & 出力波形

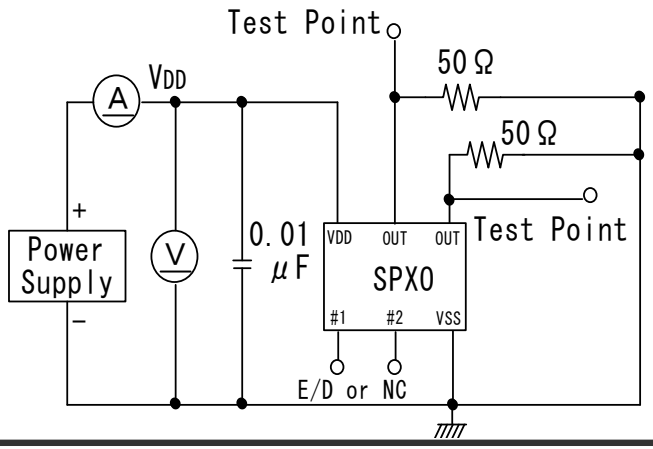
テスト回路（LVPECL）



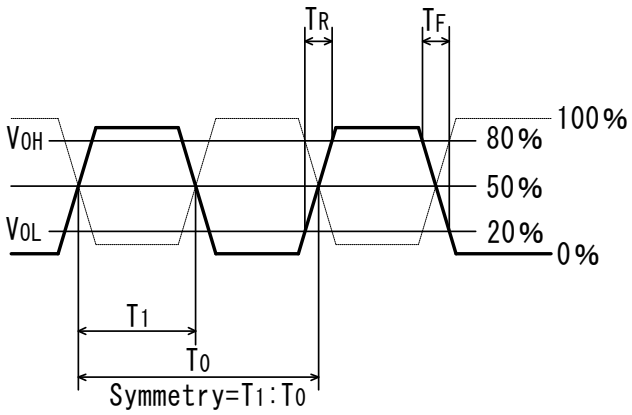
テスト回路（LVDS）



テスト回路（HCSL）



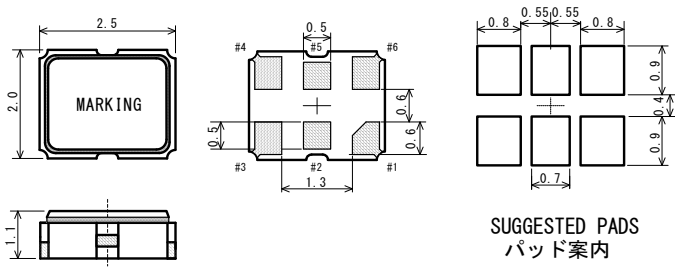
出力波形（LVPECL / LVDS / HCSL）



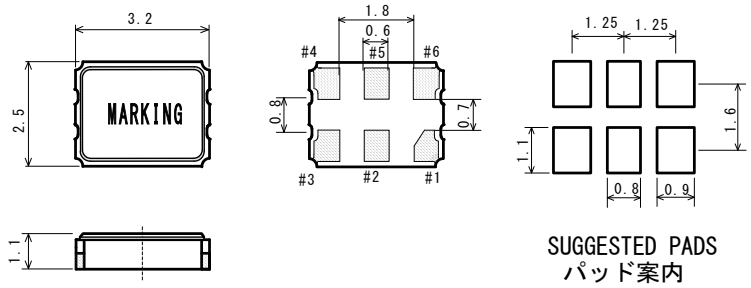
＊ご使用の際は電源(Vdd)、グランド(Vss)間に0.01μFないし0.1μF程度のバイパスコンデンサを入れてください。

外形寸法 / 端子接続

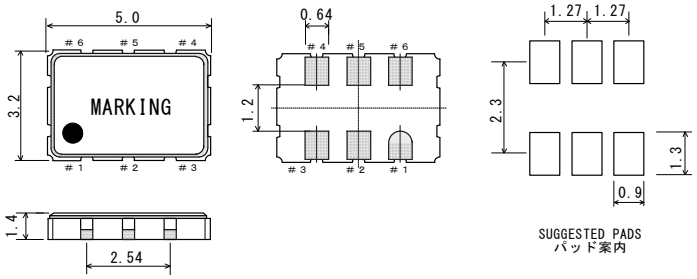
REM-B
2.5x2.0mm



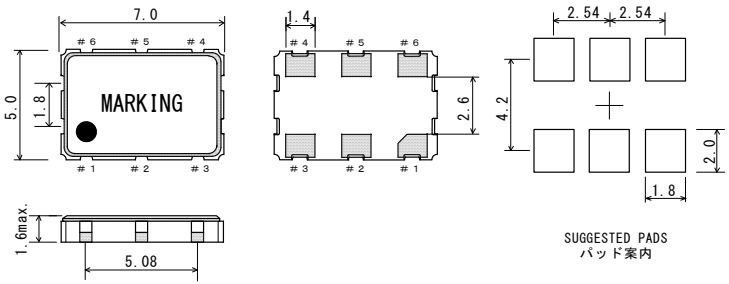
AEM-B
3.2x2.5mm



TEM-B
5.0x3.2mm



KEM-B
7.0x5.0mm



全サイズ共通

PAD	Connections
#1	E/D
#2	NC
#3	GND
#4	OUT1
#5	OUT2
#6	Vcc

製品型名

Ex） Size（サイズ） :2.5㎜×2.0㎜
Supply Voltage（電源電圧） :+2.5V
Frequency Stability（安定性） :±50ppm max.
Temperature Range（温度範囲） :-40℃～+105℃
Output（出力タイプ） :LVDS

REM 2 5 U T 5 −L B 312.500MHz

Code→ ① ② ③ ④ ② ⑤ Frequency

B = Ultra Low Noise TYPE

Table1. MODEL

Code①	
REM	2.5x2.0mm
AEM	3.2x2.5mm
TEM	5.0x3.2mm
KEM	7.0x5.0mm

Table2. Supply Voltage

Code②⑤		Supply Voltage
2	5	+2.5 V
3	Blank	+3.3 V

Table3. Frequency Stability

Code③	Freq. Stability
2	±25 ppm max.
5	±50 ppm max.
0	±100 ppm max.

Table4. Temperature Range

Code④	Temp. Range
Z	-40℃～ +125℃
U	-40℃～ +105℃
F	- 40℃～ + 85℃
A	- 10℃～ + 70℃

Table5. Output

Code⑤	Output
Blank	LVPECL
−L	LVDS
−H	HCSL

独自のプラズマ加工技術の紹介　1

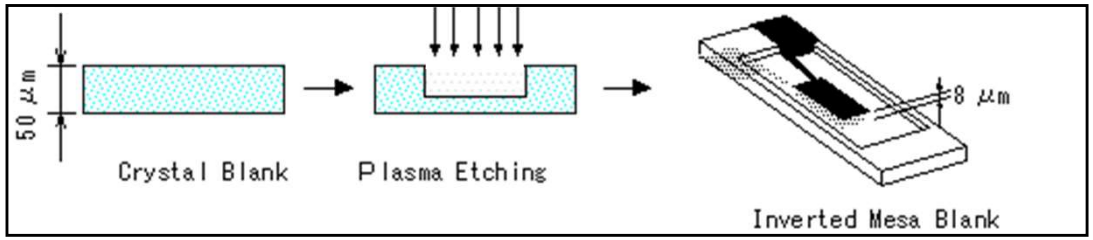
KDK KYUSHU DENTSU CO., LTD.

● 水晶加工に応用されたドライエッチング技術

信号の高速化 → 水晶の高周波化 → 機械加工の限界

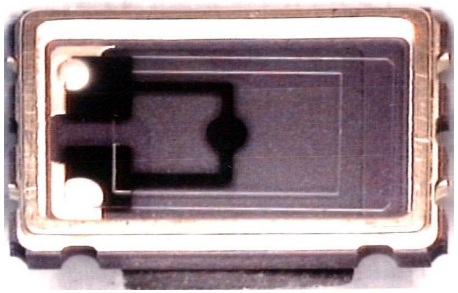
KDKが独自に開発したプラズマエッチング装置を使って、水晶板の薄板化を実現

＊特許第3492933号

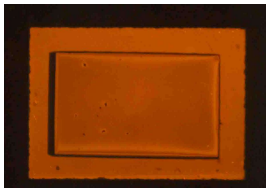


F0 = 1.67 x N ／T (AT-CUTの場合)
F0 = 発振周波数(MHZ)
N = 1,3,5,7(発振モード)
T = 厚み(mm)

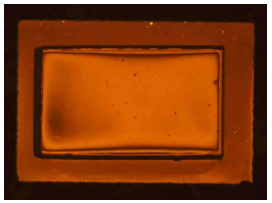
※水晶を薄くする = 高周波化



水晶板の中央部のみ薄板化することで高周波を実現。周辺部には厚みが残ることから、水晶板の強度が保たれる薄板化構造。



70MHzRange
(t=22.3μm)



200MHzRange
(t=8.3μm)

中央部のみを数μmレベルの薄さに微細加工することができる。

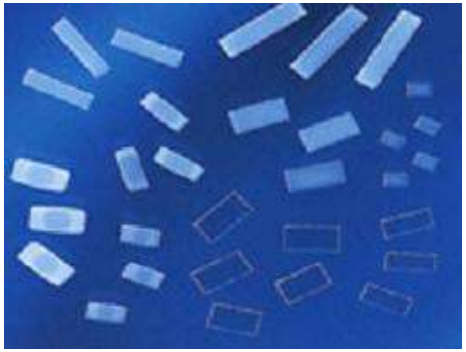
従来加工(機械研磨)の限界を克服した、KDK独自の薄板化加工技術

独自のプラズマ加工技術の紹介　2

KDK KYUSHU DENTSU CO., LTD.

● KDKが独自に開発したメサブランク装置を使った高周波基本波プロセス

ブランク

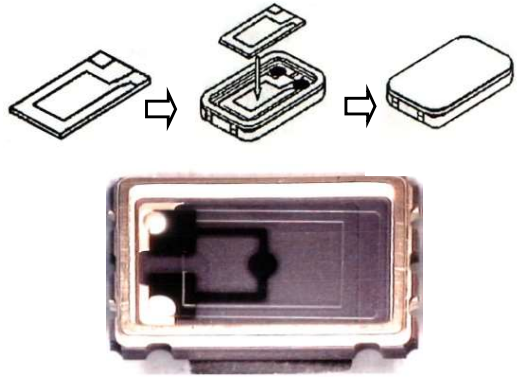


水晶素板

メサブランク工程

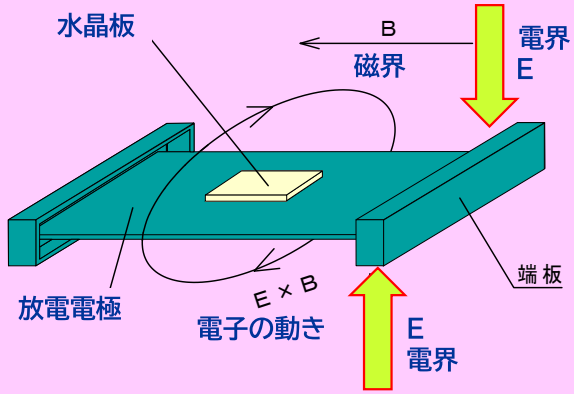
プラズマエッチング装置

製品化



水晶発振器、VCXO、水晶振動子等

真空チャンバー内



■外部磁界を用いた平板型マグネトロンプラズマ装置
・反応炉内にエッチングガス（CF4）＋ 添加ガス（Ar, O2）を導入
↓
・高密度均一プラズマを生成
↓
・水晶素板（SiO2）を薄く削る

◀ 左図：マグネトロンプラズマによるドライエッチングイメージ

独自のプラズマ加工技術の紹介　3

● プラズマによるドライエッチング加工の優位性

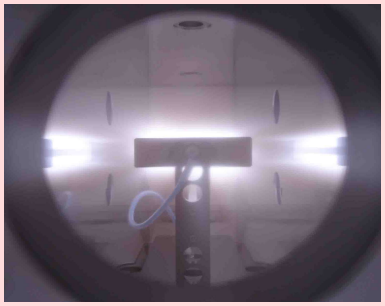
他社ウエットプロセス

Chemical Mesa Blank

電極面の破断リスク＝発振停止のリスク

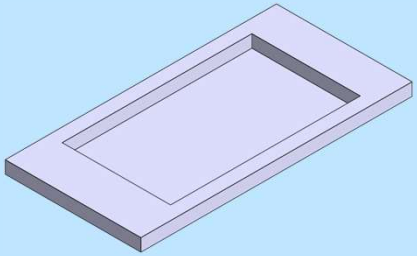
KDKドライプロセス

KDK Mesa Blank



基本波 500MHzまで可能

従来の研磨加工、ウェットエッチングでは不可能であった高周波帯域を基本波発振で製作可能。



優れた微細加工

ウエットエッチングは結晶方向に加工されるため、中央部のフチが垂直とならない。
ドライエッチングは垂直加工が可能なため、アスペクト比が良い。

環境にやさしい

ウェットエッチングは化学薬品を使うので廃液処理の必要がある。
ドライエッチングは廃液を出さない環境に配慮されたプロセス。