

# リアルタイムクロックにおけるモジュール製品、ディスクリート製品の比較

## 水晶振動子内蔵のリアルタイムクロックモジュールの特徴

### 【序文】

世の中には正確な時間を必要とするアプリケーションが数多く存在します(金融・セキュリティシステム、電力メーター、産業・計測機器、OA、医療、アミューズメント機器など・・・)が、この「正確な時間を得る」ためには、「①精度の良い周波数を発振するデバイス」と「②それを制御するIC」が必要不可欠となります。そのようなアプリケーションを設計されるお客様の選択肢においては、①、②を別々に入手し構成(ディスクリート)する方法と、①、②が一体型となったモジュール製品を使用する方法があります。このディスクリートとモジュールの選択しだいでは、お客様の設計工数の負担や製品性能に大きな違いが生じます。Epson では高精度、高安定な周波数を発振する水晶振動子と、それを制御するリアルタイムクロック IC をワンパッケージ化したモジュールを製造、販売しています。ここでは当社のリアルタイムクロックモジュールの特徴(機能)と構造に関し比較し解説します。

### 【Epson リアルタイムクロックモジュールの特徴】

リアルタイムクロックモジュールとは、水晶振動子(32.768kHz)とリアルタイムクロック IC(発振回路、時計機能、カレンダー機能、アラーム機能など)をワンパッケージ化したものです。Epson では水晶振動子およびリアルタイムクロック IC を自社で開発・製造しているため、高精度なリアルタイムクロックモジュール用に最適化された水晶振動子や、その振動子を最適な条件下で駆動するリアルタイムクロック IC を安定的に調達・供給することができます。さらに Epson の半導体技術においては、世界初のクォーツ時計の実用化から、オリンピック公式計測時計やグランドセイコーに代表されるセイコーの高級ウォッチの心臓部制御にいたるまで、非常に低パワーで高安定な水晶発振技術とそのノウハウがベースとなっています。

このように、水晶振動子とリアルタイムクロック IC を自社開発することによって、最適なマッチング設計を可能にし、互いのポテンシャルを最大限に引き出すことができるため、高い性能を発揮できる製品となります。

当社モジュール品としての特徴を以下に説明します。

### 【特長①：時計精度は調整済】

Epson のリアルタイムクロックモジュールは水晶振動子(32.768kHz)とリアルタイムクロック IC を内蔵し一体型構造とし周波数精度の調整を済ませた状態でお客様に製品を出荷致しています。そのため個々の部品を外付け搭載する必要がなく、お客様基板上の部品点数を削減する事ができます。

ディスクリートによる構成では、基板パターンの浮遊容量や、IC 内部容量、水晶振動子などのバラツキの影響を受け発振周波数も変化します。このため周波数のバラツキをお客様で合せ込むための精度設計を行う手間も含め、ディスクリート構成で必要な評価項目として図 1 に示すように、時計精度の調整、発振回路の発振安定性を考慮しなければなりません。

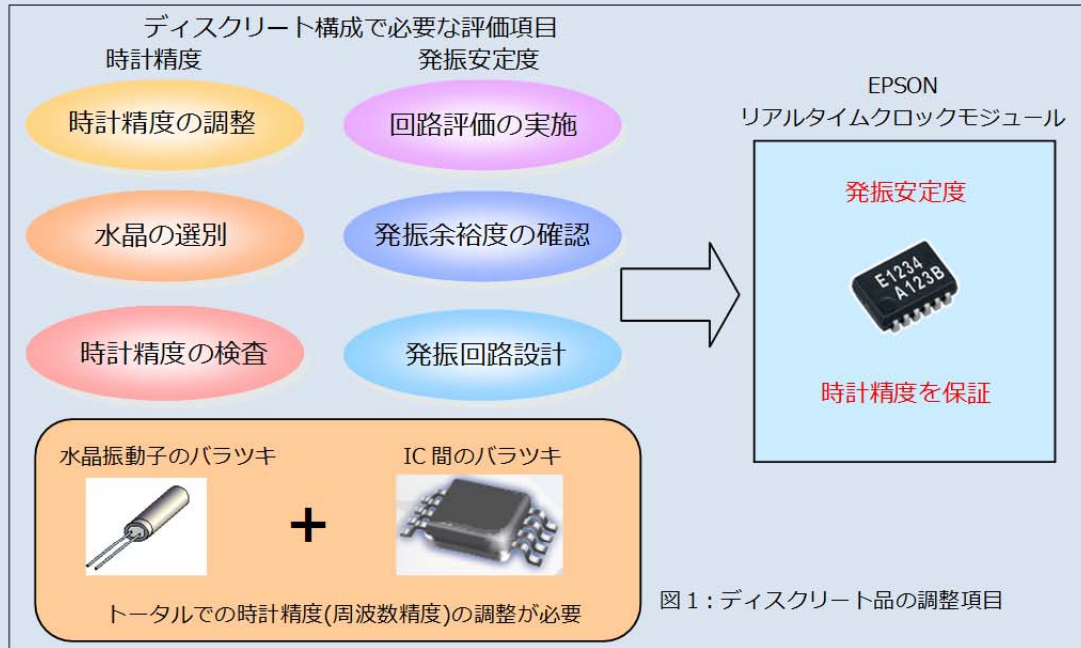


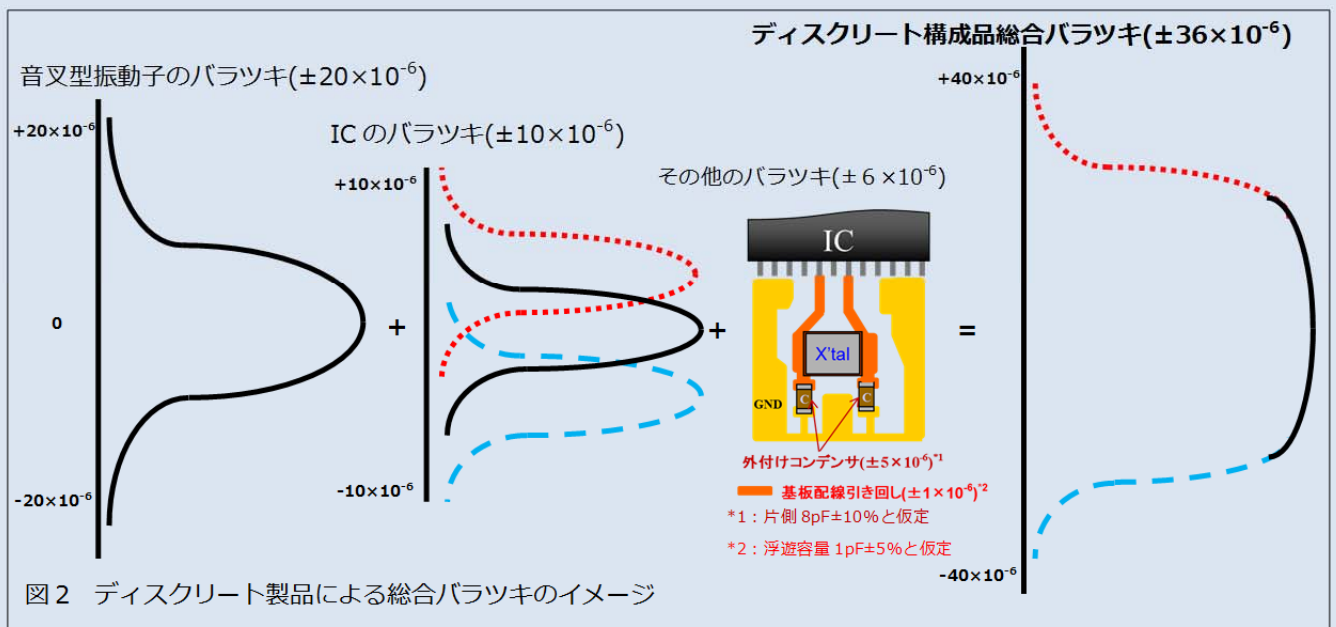
図1: ディスクリート品の調整項目

ここでディスクリート製品にて発生するバラツキイメージを図2に示します。

一般的に入手できる音叉型水晶振動子の周波数偏差精度は $\pm 20 \times 10^{-6}$ になります。水晶振動子においては製造工程上周波数が個別に調整されるためセンターを中心に分布したバラツキになります。

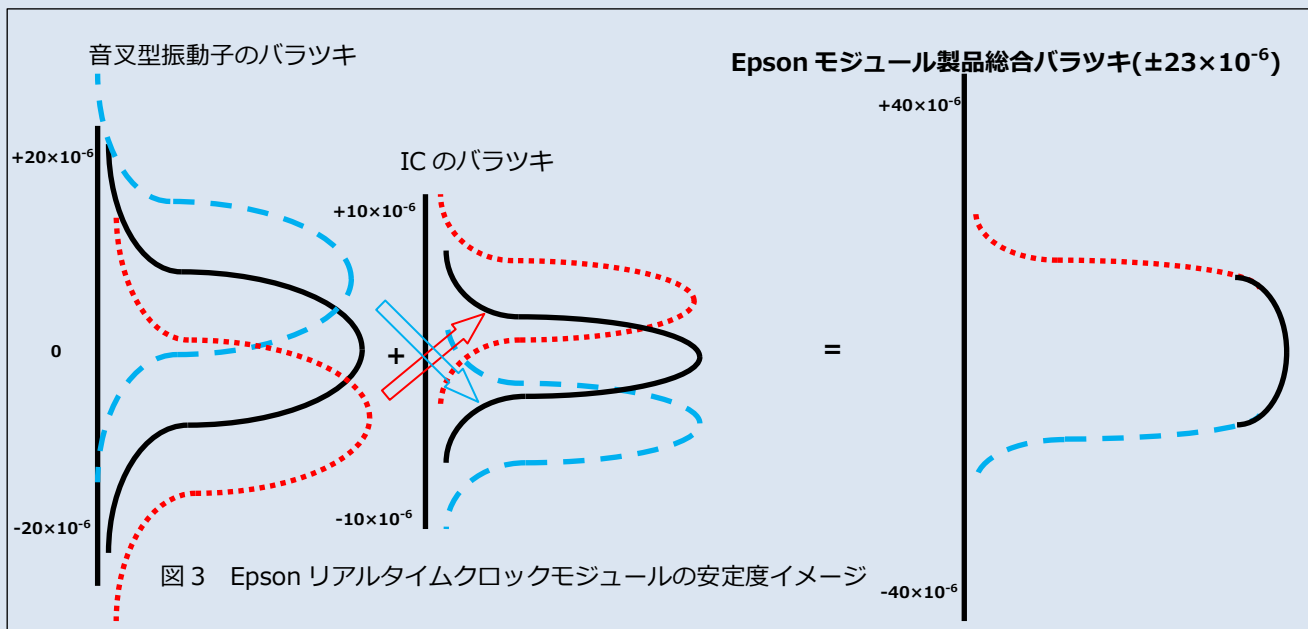
また、IC間のバラツキは $\pm 10 \times 10^{-6}$ 程度ですが、製造ロットによりセンターが異なる分布になります。

上記、2つの部材で構成するディスクリート製品は周波数調整のための外付けコンデンサや基板上での配線引回しが必要になり、それによるバラツキを考慮すると図2のようになると考えられます。



これに対し、Epson のリアルタイムクロックモジュールでは、水晶振動子(32.768kHz)とリアルタイムクロック IC を自社で設計・製造しているため、図 3 に示すように IC のバラツキを吸収するような水晶振動子の調整を行い、お客様がディスプレイ製品で考慮が必要だった周波数調整のための外付けコンデンサや配線引回しがないため、総合バラツキがディスプレイに対して 2/3 に低減された製品となっております。また、お客様において回路評価（マッチング評価）、部品評価の工数を削減でき開発期間の短縮に貢献できます。

さらに高い時計精度を求められる場合において、Epson では DTCXO 内蔵のリアルタイムクロックモジュール (RX4803SA/LC,RX8803SA/LC)をラインナップしております。詳しくは「DTCXO 内蔵リアルタイムクロックモジュールの特徴」([http://www5.epsondevice.com/ja/quartz/library/white\\_paper/wp\\_j130918\\_rtc.pdf](http://www5.epsondevice.com/ja/quartz/library/white_paper/wp_j130918_rtc.pdf))をご覧ください。

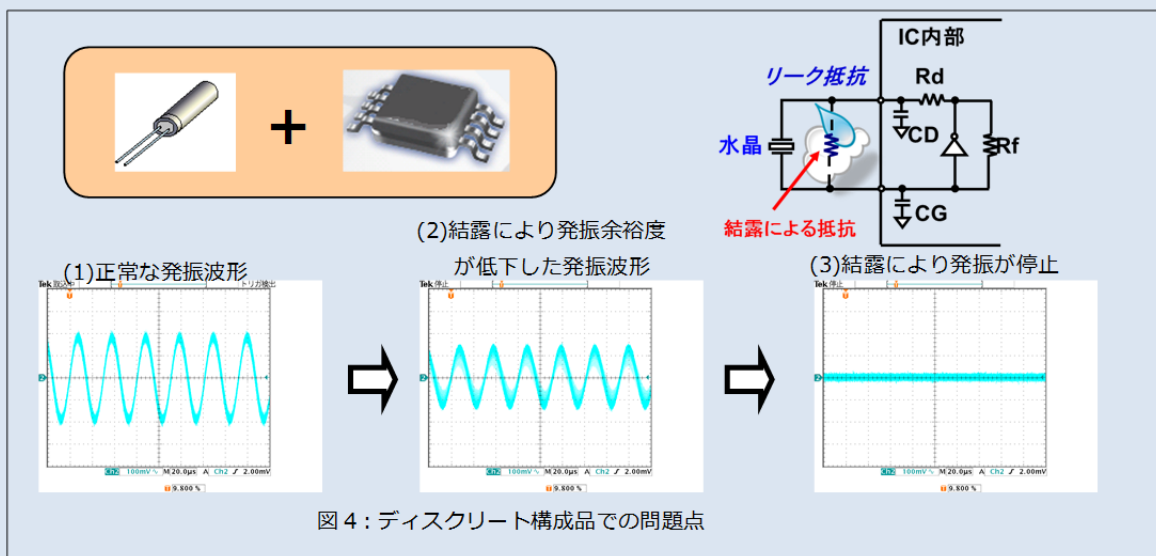


## 【特長②：高信頼性】

一般的なリアルタイムクロックは非常に低い電流で動作しており、振動子周辺の発振回路は外部環境の影響を受けやすくなる特徴があります。ディスクリートで構成された場合、外部環境の影響を受けやすい発振回路部が基板上に露出してしまったため、結露などの影響を受けやすい傾向にあります。

図4に示すように、発振回路部が結露などの影響を受けた場合、発振が不安定な状態(2)となり最悪発振が停止(3)し、計時が維持できなくなるなどの不具合を生じることがあります。このような問題対策としてディスクリート構成ではコーティング剤を塗布するなど結露の影響を受けない手段を用いる必要があります。

これに対して Epson のリアルタイムクロックモジュールでは、発振回路部が外に露出していないため結露などの影響を受けにくくなります。そのためコーティング剤塗布の必要もなく製品として高信頼性を維持しております。



**【水晶振動子を用いたモジュール製品と MEMS モジュール製品との比較】**

時計用途に用いられる低周波クロックにおいては、市場の要求(極めて低い消費電力で現在時刻の保有を可能にするなど)から音叉型水晶振動子を用いることが一般的となっています。そのためお客様が水晶振動子(32.768kHz)を採用するケースがほとんどですが、近年一体型の MEMS を内蔵した高精度(時計精度:月差 13 秒/-40~+85℃)なモジュール製品も見受けられます。ここでは水晶振動子を用いたモジュール製品と MEMS モジュール製品に関し比較します。

**【消費電流について】**

MEMS のモジュール製品では、音叉型水晶振動子のように低い周波数を実現することが困難なため、比較的製造しやすい発振周波数が数百 kHz 程度を、時計用途として目的の周波数まで分周することで使用しております。

図 5 に Epson モジュール製品と MEMS モジュール製品の消費電流について示します。

Epson 製品の消費電流 0.75 $\mu$ A に対し、MEMS 製品は 2.5 倍以上の 2 $\mu$ A と大きいため、MEMS 製品では市場要求のある長時間のバックアップに対する利点が失われます。その結果、MEMS 製品では電池の大容量化が必要となり、コストアップやお客様製品の小型化が困難になる可能性があります。

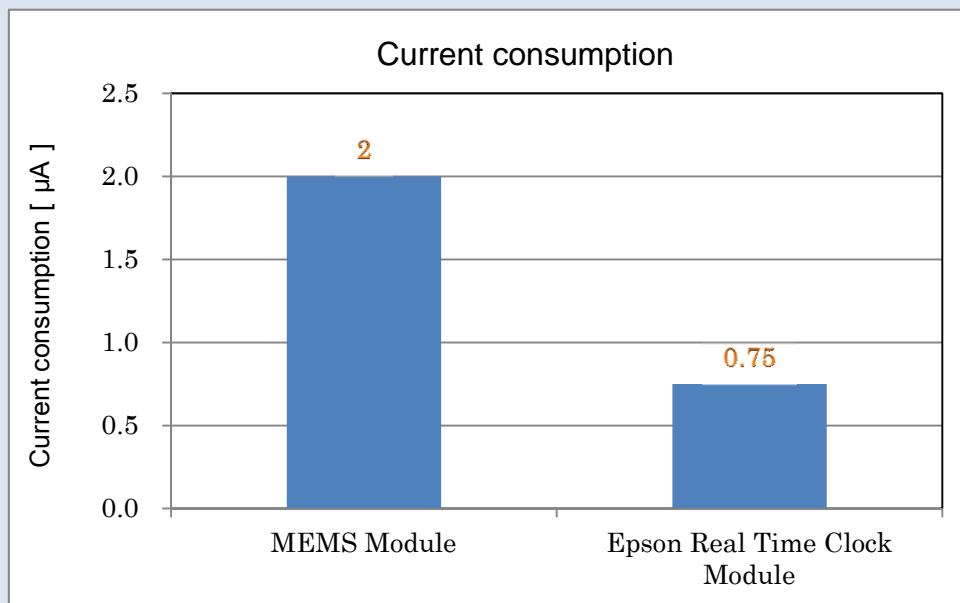


図 5 MEMS モジュール製品と Epson 製品との消費電流の比較

### 【32.768kHz 周波数出力機能について】

お客様においては、時計用に音叉型水晶振動子から出力される 32.768kHz の周波数を利用するケースもあり、出力周波数にも高精度が求められます。図 6 に Epson 製品と MEMS 製品の 32.768kHz 出力周波数の温度特性グラフを示します。

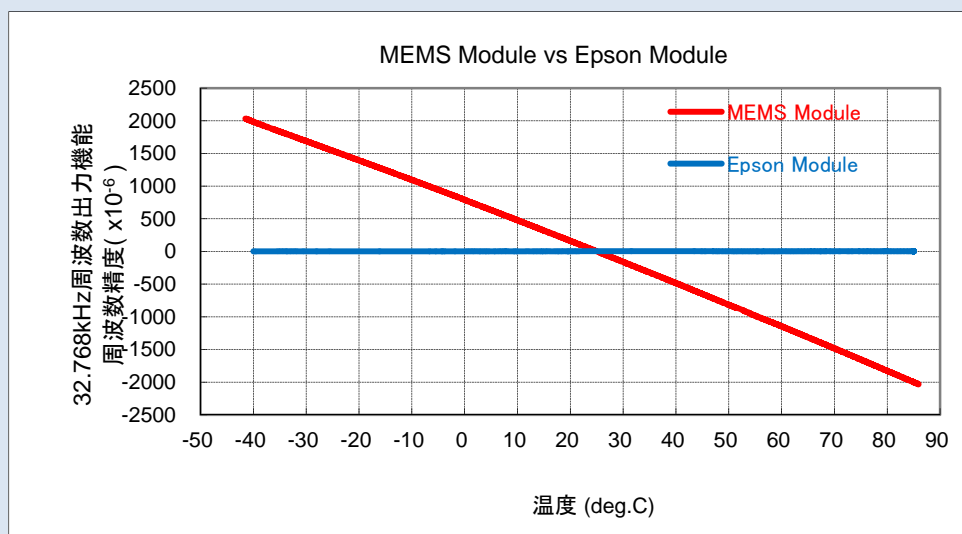


図 6 EPSON 製品と MEMS 製品との 32.768kHz 周波数出力機能周波数精度の比較

Epson 製品は-40～+85℃の温度範囲で高精度な周波数出力精度 $\pm 5 \times 10^{-6}$ (月差 13 秒相当)を保持できるのに対し、MEMS 製品では出力される周波数に温度補正がかけられないため、同じ温度範囲で $\pm 0.2\%$ (月差 86 分相当)と大きな出力精度のバラツキとなります。そのため MEMS 製品の周波数出力は時計用途には使用することができません。

### 【時計精度調整機能について】

Epson では、製品搭載後の更なる時計精度の調整が必要な場合において、論理緩急方式(論理緩急方式に関しては[http://www5.epsondevice.com/ja/quartz/library/white\\_paper/wp\\_j130918\\_rtc.pdf](http://www5.epsondevice.com/ja/quartz/library/white_paper/wp_j130918_rtc.pdf))の 3 ページ参照)を搭載した製品をラインナップ(\*3)しております。この機能リアルタイムクロックの内蔵時計を進み側に調整、または遅れ側に調整することができ、32.768 kHz の内部水晶発振回路より作成している時計/時計精度を、 $\pm 3.05 \times 10^{-6}$  単位で 最大 $\pm 189.1 \times 10^{-6}$  まで進ませる あるいは 遅らせることができるため、高精度な時刻計時が可能となります。

(\*3)論理緩急方式搭載機種：RX6110SA、RX-8035SA/LC、RX-4035SA/LC、RX-8025SA/NB、RX-4045SA/NB、RTC-7301SF/DG

以上のように EPSON では低消費電流に優れた音叉型水晶振動子製造技術と周波数温度特性を補正する回路技術によって、高精度・低消費なリアルタイムクロックモジュールを製品化し提供しており、ディスプレイや同様のモジュール製品と比較してもトータル性能に優れた製品であるといえます。

さらに本製品は工場出荷時に周波数精度を調整・保証した上でお届けしておりますので、ご使用時に周波数チューニングを行なう必要が無くお客様の設計効率化・品質向上にも大きく貢献しております。