



元会長 遠山 正俊 先生

元会長 遠山正俊先生は去る平成 23 年 12 月 19 日に逝去されました。先生の
長年にわたる学会への多大なご尽力に対し心から感謝申し上げます。先生のご
冥福を祈り謹んで哀悼の意を表します。

日本時計学会

追 悼

元日本時計学会会長 遠山 正俊 先生を偲ぶ

— ご霊前に捧げる追悼の言葉 —

日本時計学会理事 久保田 浩司

遠山先生 ご略歴

生誕年月日：1922年(大正11年) 1月30日 (群馬県出身)

学歴：(旧制)弘前高等学校を経て東北大学理学部物理学科卒業

学位：理学士 理学博士 (最終取得)

軍歴：海軍技術将校(海軍大尉)

職歴：株式会社第二精工舎入社(現セイコーインスツル株式会社 その時点で併行して群馬大学工学部講師に委嘱された)

千葉工業大学教授

会長歴：社団法人 日本時計学会会長(1995年～1997年)

2011年(平成23年)12月19日 ご逝去 享年89歳

遠山先生は第二精工舎本社(東京都江東区)に転勤後も研究部に勤務、主として時計理論研究、原理開発・材料開発に従事、特に時計精度・性能の向上発展に実績を挙げた。時計原理については、時計の電子化を重点とし、機械時計を格段に上回る精度・性能の開発を目標とする。それはその時点に実現し商品化していた音叉時計を上回る水晶ウォッチの開発研究である。

先生は日本独自の水晶式電子ウォッチ・クロックの開発に成功した。その方法は、電子機器の小型化、低電力化への電子回路のCMOS IC化という原理的發展を支え、大きく寄与した。

更に付け加えれば、電子技術におけるターゲットと成果は、トランジスタの開発者の一人ショックレーによるCMOSによって躍進し、今日の携帯電話とパーソナルコンピュータを導く先端的且つ基本的命題でさえあった。

先生による時計への研究と成果に対し、東北大学は理学博士の学位を授与した。日本独自の時計開発への寄与が技術上高評価されたものである。それは時計のみならず、産業上の多角的応用への寄与への功績が認められたのである。

この学問上の成果に、先生は学会・産業界から「日本時計学会会長」に推挙され、民間企業から転じて千葉工業大学教授に就任、研究と共に技術者の教育育成に携わる立場に就いた。それによって多数の俊英技術者を世に送る教育者となった。

遠山先生はこのように公的業務に大きな成果を上げたが、人間の幅も広く、一例を挙げれば、趣味として特に登山を愛し、百名山の登頂を達成するなど心の広い社会人・趣味人・教育者でもあった。

学識に加え、その人格が同僚・部下の尊敬・傾倒を集め、教育の成果を上げる要素となったと思われる。

この貴重な先輩のご逝去を痛惜し、心からご冥福をお祈り申し上げたい。

論文

ベクトルビームレーザーSHG顕微鏡を用いたPDLCの観察

田辺 綾乃*, 栗原 誠*, 松本 健志*, 横山 正史*, 橋本 信幸*

(2012年3月26日原稿受付)

Observation of PDLCs by SHG laser scanning microscopy
using a liquid crystal vector beam generator

Ayano Tanabe, Makoto Kurihara, Kenji Matsumoto, Masafumi Yokoyama, Nobuyuki Hashimoto
Development division, Citizen Holdings CO., LTD.

ABSTRACT

We have succeeded in observing a structure of polymer-dispersed liquid crystal cell using the SHG laser scanning microscopy that combined with the Z-polarization mode converter we have developed. SHG phenomenon should be occurred in surface boundary between liquid crystal molecules and polymer structure since inversion symmetry of liquid crystal molecules is collapsed. This method has an advantage of non-destructive measurement compared to SEM micrographs.

1. はじめに

これまでPDLC(高分子分散液晶)のドロップレット観察は主にSEM(走査型電子顕微鏡)等で行われてきた。しかしSEMでの観察は液晶セルを破壊し、さらに有機溶剤等で液晶を洗浄する必要がある。その結果、観察前の工程でドロップレットが変形する恐れがある。我々はこの問題を解決し非破壊で高分子分散液晶のドロップレットを観察する方法としてレーザー顕微鏡にベクトルビームの技術を適用した。この結果、一般的なX-Y偏光だけでなくZ偏光(軸方向電場)も発生させることが可能となる。またこれらの偏光を電氣的に切り替えることも可能である¹⁾。

高分子分散液晶において液晶とポリマーの界面では反転対称性が失われている。その結果、SHG(Second Harmonic Generation)による発光を観察することが可能となる。さらに観察系の偏光方向を変えることで界面の液晶分子の配向方向によって発光の強度が変化する。この変化を見ることで界面の液晶分子の配向方向の観察が可能となると考えられる。これまで高分子分散液晶のドロップレット内における液晶分子配向について理論的には考察されているが²⁾実際に観察された例は少ない。今回、我々はレーザー顕微鏡とベクトルビームを用い液晶の配向方向の観察を行なった。高分子分散液晶のドロップレットサイズが観察光の半波長以下となると光はポリマーと液晶ドロップレットを分解できなくなる。その結果、電圧をかけていない状態でも液晶は透明状態であり電圧を加えると偏光に無関係に屈折率のみが変化する。従って電気信号で屈折率が可変な透明媒質として作用するためその用途開発が期待される。我々は可視光波長以下のドロップレットサイズを有する高分子分散液晶の開発に取り組んでおり、開発の過程でドロップレットの観察は重要であると考えている。

*シチズンホールディングス(株)

2. 実験方法

試料の作成では $2\mu\text{m}$ のスペーサーにより間隔が保持された 2 枚の ITO (透明導電膜) 付きガラス基板の間にモノマーと液晶の混合物を挿入した。そして $70\text{mW}/\text{cm}^2$ のメタルハライドランプで 90 秒間露光した³⁾。露光の過程でポリマーと液晶が相分離しポリマーのネットワークと液晶のドロップレットが出現する。図 1 は高分子分散液晶セルの基本構造を表した図である。液晶のドロップレットサイズが波長以上の場合、電圧をかけなければ液晶分子の配向方向は各々のドロップレットで異なる。その結果、図 1 (a) に示すようにドロップレット界面で光が散乱して不透明な状態を作り出す。次に電圧を加えると、図 1 (b) に示すように、液晶分子は電界方向に一樣に並ぶ。その結果ポリマーと各々の液晶ドロップレットの屈折率がほぼ等しくなり透明状態になる。観察は光源に 830nm , 80fs のチタンサファイアレーザーを用い共焦点レーザー顕微鏡にて行った。フィルターは $380\sim 560\text{nm}$ の波長範囲を用いた。

図 2 に代表的なベクトルビームであるラジアル偏光を示す。ラジアル偏光を高 NA のレンズで集光すると図に示すように焦点近傍で強い Z 軸方向の偏光成分が発生する。今回、我々は直線偏光をラジアル偏光に変換する素子として独自に開発した液晶位相変調素子を用いた⁴⁾。

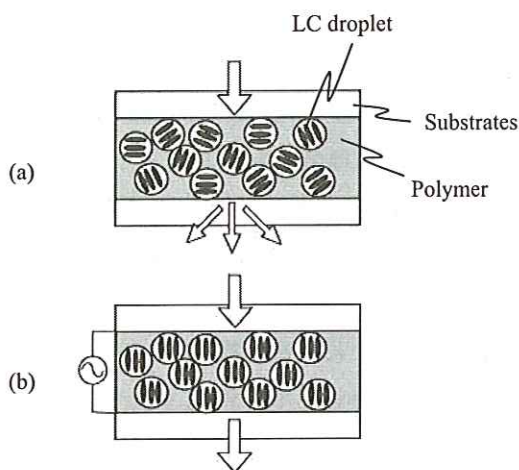


Fig.1 Structure of a polymer-dispersed liquid crystal cell (PDLC).
(a) Scattering, (b) Transparent

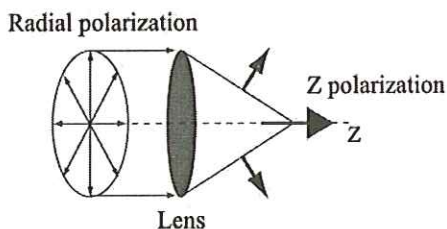


Fig.2 Focusing of a radially polarized beam.

3. 液晶位相変調素子

図 3 は本研究に用いた液晶位相変調素子の基本構造を表した図である。ITO が塗布された 2 枚のガラス基板の間に液晶が封入されている。液晶分子は ITO 上に塗布された配向膜のラビング方向に沿って分子長軸を揃えて並ぶ性質がある。ここでは Y 方向に平行配向されたホモニアス型となって

いる。液晶分子は誘電異方性を持ちその分子長軸と分子短軸方向での屈折率が異なり、それぞれ異常光線屈折率 n_e と常光線屈折率 n_o とされる。したがって上側の ITO に電圧を加えれば液晶分子は Z 方向に傾き Y 偏光に対する屈折率が n_o に近づき位相量が変化する。電圧によって液晶分子の傾きを調整することで位相量可変なアクティブ波長板となる。このとき、 X 偏光に対しては液晶分子の傾きに関係なく n_o の屈折率となる。また ITO や液晶の配向方向を部分的に分割すれば入射する直線偏光を任意の位相分布や偏光分布を持った波面に変換することが可能となる。通常の液晶素子は液晶層厚が $5-10\mu\text{m}$ 、 n_e が 1.7、 n_o が 1.5 程度であり数十から数百ミリ秒の応答となる。

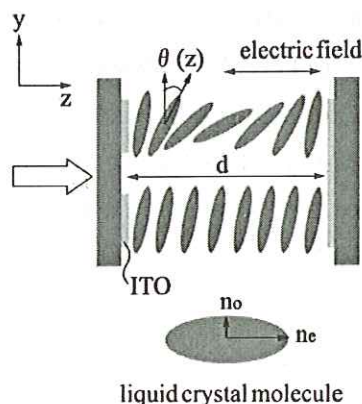


Fig.3 Liquid crystal optics using homogeneous alignment.

4. ラジアル偏光生成用液晶素子

図 4 に入射直線偏光をラジアル偏光に変換する位相板の設計を示す。図 4 (a) で棒線は位相板の遅相軸方位であり領域ごとに方位は異なる。入射する直線偏光と位相板の遅相軸の相対方位角を θ とすると、入射光に対して半波長板として作用すれば入射直線偏光は 2θ 回転して出射する。従って各分割領域で遅相軸方位を $180/n$ 度ずつ変えていけば (n は分割数) ラジアル偏光を持ったベクトルビームを実現できる。今回、我々は図 4 (b) のように分割領域を 12 とし、各領域で液晶分子の配向方向を 15 度ずつ変えた位相変調用の液晶光学素子を設計した。そして入射光の波長に応じた半波長板として機能するように必要に応じて液晶素子に電圧を与えて位相量を調整する。実験ではラジアル偏光生成用素子を図 5 に示すように対物レンズと顕微鏡本体の間に置き、 Y 偏光と Z 偏光を電氣的に切り替えて観察を行なった

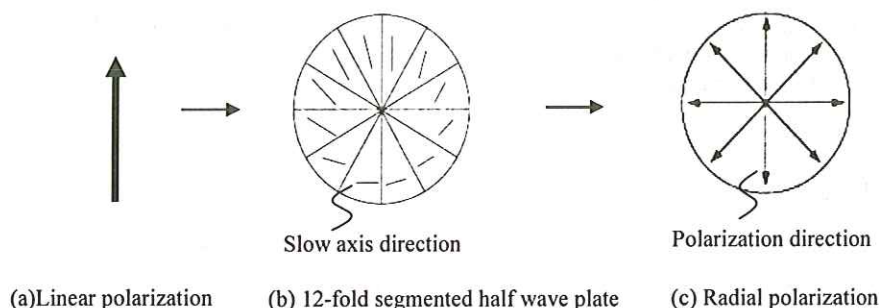


Fig.4 Principle of generating radial polarization using wave plates.

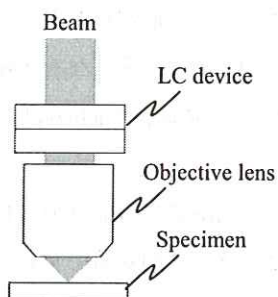
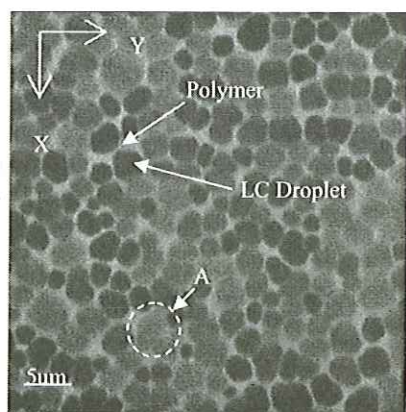


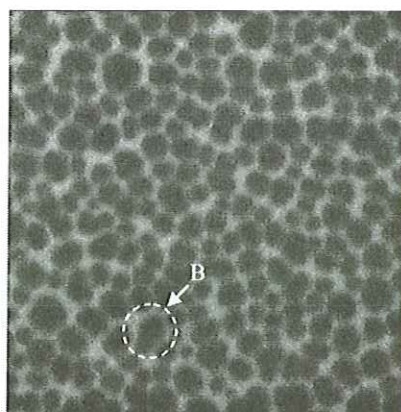
Fig.5 Configuration of SHG laser scanning microscopy with a LC device.

5. 結果と考察

観察結果を図6に示す。ポリマーのドロップレット内部では液晶分子はその反転対称性により SHG 発光しないと考えられる。一方で、ポリマーと液晶の界面では液晶分子の反転対称性が消失するため SHG が発生すると考えられる。図6 (a) は Y 偏光での観察結果である。図中に示すように、発光が観察されるネットワーク状のものがポリマーであり、ポリマーに囲まれたドロップレット内に液晶が入っている。試料はドロップレットの直径が 2~5 μm 程度でセルギャップも 2 μm なのでドロップレットは図7に示すような単層構造をしていると考えられる。図1で示したように Z 方向にドロップレットが複数存在する場合、前後のドロップレットの発光を拾ってしまい観察は複雑になってしまう。図6 (a) から、例えば図中に A で示した箇所におけるドロップレットのように、ドロップレット内部での発光が所々見られることが分かる。ドロップレット内部の液晶分子は発光しないと考えられるので、この場合は液晶の反転対称性が消失するドロップレット上部と下部の界面での SHG



(a)



(b)

Fig.6 Observation images.

(a) Y polarization (LC device is off), (b) Z polarization (LC device is on)

発光を観察していると考えられる。液晶分子は分子長軸方向で強い非線形定数を持ち、界面の液晶分子の配向方向と観察系の偏光方向が一致している場合に最も SHG 発光は強くなると考えられる。その結果、各々のドロップレット内部の発光の有無は界面の液晶分子の配向方向の違いによるものと考えられる。

次に図 6 (b) は Z 偏光での観察結果である。ラジアル偏光生成用液晶素子により Y 偏光と Z 偏光を電氣的に切り替えているため観察位置は直線偏光と同一箇所であり、図 6 (b) 中に B で示した箇所は図 6(a) 中の A と同一箇所である。例えば、Y 偏光での観察においては図 6(a) 中の A のようにドロップレット内での発光が観察されたが、Z 偏光での観察では図 6 (b) 中の B のように同一箇所でありながら、ドロップレット内部の発光が観察されないことが分かる。これは図 7 に示すようにポリマーと液晶の界面で液晶分子がポリマーに対して平行に配向していると仮定すると以下のように考えられる。まずドロップレット上部と下部の界面では液晶分子が界面に平行な X-Y 方向に配向しているため Z 偏光では SHG 発光は弱くドロップレット内部の発光は観察されない。つまり図 6(a) に示した Y 偏光での観察ではドロップレット上部と下部の界面の液晶分子は X-Y 方向に配向しており、内部が発光しているドロップレットでは液晶分子の配向方向は Y 方向と近いと推定できる。またドロップレット側面では液晶分子が界面に平行な X-Z 平面もしくは Y-Z 平面に配向しているため Y 偏光・Z 偏光ともに同様な発光が見られるが Z 偏光ではぼやけて見える。これは Z 偏光の場合サイドローブの影響でビームスポットが太くなり直線偏光よりも分解能が低下したためである。

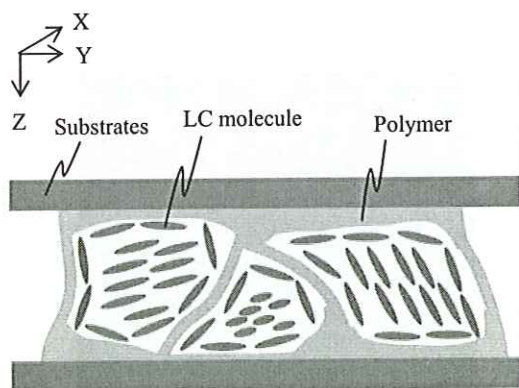


Fig.7 Schematic illustration of spatial distribution of liquid crystals in droplets.

6. 結論

本実験では、レーザー顕微鏡とベクトルビームを用いて高分子分散液晶のドロップレット内における液晶分子配向の観察を行なった。その結果、Y 偏光と Z 偏光を液晶位相変調素子によって切り替えることで、高分子分散液晶のドロップレット内部の SHG 発光が異なることを確認した。偏光方向

による SHG 発光の違いはポリマーと液晶の界面の液晶分子の配向方向に起因していると考えられ、今回の結果からは、ポリマーと液晶の界面では液晶分子はポリマーに対して水平に配向していると考えられる。

今後はさらに Y 偏光と X 偏光の切り替えを行ない液晶分子の X-Y 平面での配向方向の観察も行ないたい。また、ラジアル偏光ラゲールガウスビームを用いることでレーザー顕微鏡の回折限界を超えた微小なドロップレットを観察できる可能性があり、液晶の配向方向の観察と合わせて行なっていきたい。

謝辞

本研究を遂行するにあたりベクトルビーム生成には東北大学多元物質科学研究所の佐藤俊一教授、小澤祐市助教に、また試料の観察では北海道大学電子科学研究所の根本知巳教授、日比輝正助教のご指導をいただきました。ここに感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) J. H. Erdmann, S. Zumer, and J. W. Doane, Phys. Rev. Lett. 64, 1907 (1990)
- 2) N. Baba, N. Murakami, T. Ishigaki, and N. Hashimoto, "Polarization interferometric stellar coronagraph", Opt. Lett., Vol. 27, No. 16, pp. 1373-1375 Aug. (2002)
- 3) K. Yoshiki, R. Kanamaru, M. Hashimoto, N. Hashimoto, and T. Araki, Opt. Lett. 32, 1680 (2007)
- 4) N. Hashimoto: "Optical applications of liquid crystals", ed. L. Vicari, CRC press, pp. 150-200 (2003)
- 5) N. Hashimoto, K. Kitamura and S. Morokawa, "Real-time holography using high-resolution LCTV-SLM", Proc. SPIE, Vol. 1461, pp. 291-302 (1991)
- 6) A. Tanabe, Y. Saito, K. Kurihara, N. Hashimoto, Y. Kozawa, S. Sato, T. Hibi and T. Nemoto, "Observation of PDLC using vector beam laser SHG microscope", Tech. digest of 36th. optical symposium, pp. 73-74 (2011) in Japanese.
- 7) N. Hashimoto and T. D. Milster, "Optical Equalizer of a Data Storage Sytem using Liquid Crystal Super resolution Devices", Proc. SPIE, Vol. 4342, pp. 486-491 (2001)
- 8) Y. Kozawa and S. Sato: "Sharper focal spot formed by higher-order radially polarized laser beams", JOSA, Vol. 24, No. 6, June (2007)
- 9) C. C. Sun and C. K. Liu, "Ultrasmall focusing spot with a long depth of focus based on polarization and phase modulation", Opt. Lett., Vol. 28, No.2, Jan. (2003)

論文

弾性棒と弾性梁の衝突特性(境界条件の影響)

植林 達雄*, 倉本 慎也**, 尾崎 晃一*, 渡邊 龍太郎***, 奥山 淳*

(2012 年 4 月 27 日原稿受付)

Research on the collision characteristic of elastic bar and elastic beam

(The difference and influence of the boundary condition of a beam)

Tatsuo NARABAYASHI*, Shinya KURAMOTO**, Koichi OZAKI***, Ryutaro WATANABE*,
and Atsushi OKUYAMA*

ABSTRACT

The collisions of elastic bar and elastic beam are treated analytically. It is already known that the collision phenomena of bar and beam will constitute form from only one time collision pattern to two or more intermittent type of collision patterns. However, these patterns are determined by the following three principal parameters when an elastic bar collides with a both-ends supported elastic beam. Thus, they are 1) mass ratio, 2) natural-frequency ratio in the first-order mode, and 3) collision position ratio. In this paper, we studied analytically how a variation of the boundary condition of a beam (both-ends are supported beam, both-ends are clamped beam, one end clamped the other end free beam) would influence collision phenomena. The bar and beam to be used were unified and the variation was investigated by changing only a boundary condition.

1. はじめに

身近にある基礎的な部材である弾性体の棒や梁についてはそれぞれの振動特性が明らかにされているが、両者の特性が影響しあう衝突問題となると、例えば弾性衝突の範囲内であっても複雑となり、一見取りとめもない現象のように見える。しかし例えば棒と両端支持梁の複数回衝突システムに関しては解析結果と実験結果の一致から本解析手法の有効性が確かめられ、衝突現象を決定するパラメータを明らかにすることが出来た^{1) 2)}。本研究では身近でかつ複雑な棒と梁の弾性衝突現象を更に明らかにするために、両端固定梁や片持ち梁のような境界条件の異なる梁についての解析式を導出し、新たに両端固定と片持ち梁についての解析プログラムを作成した。この解析プログラムを用い実験と解析の比較から反発係数や衝撃力、衝突回数に関して考察を行った。本解析では棒、梁共に 1 次元の基礎方程式を基本とし、梁の回転慣性、せん断変形は省略した。

2. 変位の解析式^{3) 4)}

2.1 変位の連続条件(接触条件)

Fig. 1 に示すように、質量 m_1 の弾性棒が初速度 V で右方向に、質量 m_2 長さ l_2 の梁中央から、固定

*東海大学工学部 **日本電産(株) ***(株)クマクラ

端方向または自由端方向に l_x だけ離れた地点に直角に衝突し、棒先端に衝撃力 $P(t)$ が左向きに加わる場合、棒の重心 $U(t)$ と棒先端に左向きに加わる力 $P(t)$ による棒の弾性変位を $u_1(t)$ 、梁の衝突地点に $P(t)$ なる力が加わったときの梁の衝突点の変位を $u_2(t)$ とすれば、 $u_2(t)$ の固有関数は異なるが、両端支持梁同様に衝突中は棒先端変位と梁の衝突点の位置とが等しいので変位の連続条件

$$U(t) + u_1(t) = u_2(t) \quad (1)$$

を満足させるよう $P(t)$ を定めることが出来る。Fig. 1 のように両端固定梁または片持ち梁の中央から l_x 離れた位置に棒が衝突する場合、衝突点 $y = l_x$ に $P(t)$ なる力が加わった時の梁および棒の変位は 1 次元の基礎方程式から得られる。ここで、衝撃力を

$$P(t) = P_1 e^{-\mu_1 t} \quad (2)$$

のように近似し、接触条件を満たすように μ_1 と P_1 を定める。また棒と梁の変位に関する式は質量比 m_1/m_2 、固有振動数比 n_{11}/n_{21} (n_{11}, n_{21} はそれぞれ棒、梁の 1 次の固有振動数)、衝突位置比 l_x/l_2 及び μ_1 をパラメータとして時間 t の関数として求められ両者の運動に関する計算が出来る。棒と梁の隙間が

$$\text{隙間} = u_2(t) - \{U(t) + u_1(t)\} > 0 \quad (3)$$

のとき棒先端と梁とが離れ、衝突は休止し両者の隙間が梁の約 3/4 周期までに 0 にならなければ 1 回衝突となる。 n 回衝突する場合は、棒と梁の間隔が 0 以下になる時刻 T_n に再接触が起り同時に

$$P(t) = P_n e^{-\mu_n(t-T_n)} \quad (4)$$

なる力が働くとして再び接触条件を満足するように P_n と m_n を定め n 回目の衝突以降の各変位計算を進めることになる。従って n 回の衝突解析データは不連続なものとなる。最終的に棒は速度 V_n で跳ね返り、衝突速度 V との比 V_n/V は見掛けの反発係数となる。

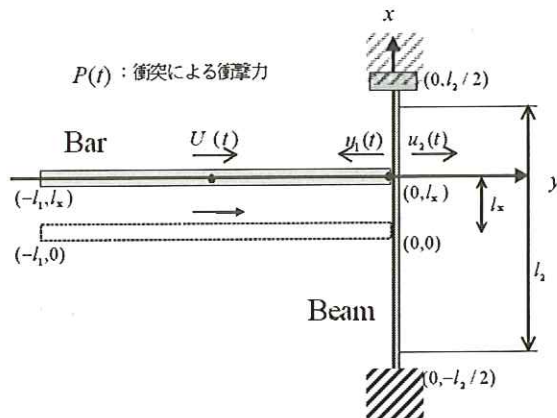


Fig. 1 Bar and beam

2.2 境界条件と固有関数及び振動数方程式

2.2.1 両端支持梁

両端支持の境界条件は

$$x = l_2/2 \text{ および } x = -l_2/2 \text{ において, } y = 0 \text{ かつ } d^2y/dx^2 = 0 \quad (5)$$

となり, これより固有関数

$$W_v(l_x) = \sqrt{\frac{2}{l_2}} \sin v\pi \left(\frac{l_x}{l_2} + \frac{1}{2} \right) \quad (6)$$

が求められる. λl_2 は振動数方程式

$$\sin \lambda l_2 = 0 \quad (7)$$

を解くことにより, 以下のように求まる.

$$\lambda l_2 = v\pi \quad (8)$$

ただし, v は整数である. よって λx は以下のように表現できる.

$$\lambda x = \lambda l_2 \left(\frac{x}{l_2} \right) = \lambda l_2 \frac{1}{l_2} \left(l_x + \frac{l_2}{2} \right) = v\pi \left(\frac{l_x}{l_2} + \frac{1}{2} \right) \quad (9)$$

(9)の l_x/l_2 は衝突位置の比率を表している. 両端支持の場合 l_x は梁の中央から衝突地点までの距離を現し, l_2 は梁の支持点間距離である.

2.2.2 両端固定梁

両端固定梁の境界条件は

$$x = l_2/2 \text{ および } x = -l_2/2 \text{ において, } y = 0 \text{ かつ } dy/dx = 0 \quad (10)$$

となり, これより固有関数

$$W_v(l_x) = \sqrt{\frac{1}{l_2 (\sin \lambda l_2 - \sinh \lambda l_2)^2}} \quad (11)$$

$$\times \{ (-\sinh \lambda x + \sin \lambda x)(\cosh \lambda l_2 - \cos \lambda l_2) \\ + (\cosh \lambda x - \cos \lambda x)(\sinh \lambda l_2 - \sin \lambda l_2) \}$$

が求められる. λl_2 は振動数方程式

$$1 - \cosh \lambda l_2 \cos \lambda l_2 = 0 \quad (12)$$

を解くことにより, 上式を満たす根の近似式が以下のように求まる.

$$\lambda l_2 \doteq \frac{(2v+1)\pi}{2} \quad (13)$$

よって

$$\lambda x = \lambda l_2 \left(\frac{x}{l_2} \right) = \lambda l_2 \frac{1}{l_2} \left(l_x + \frac{l_2}{2} \right) \doteq \frac{(2v+1)\pi}{2} \left(\frac{l_x}{l_2} + \frac{1}{2} \right) \quad (14)$$

(14)式の右辺 l_x は中央から衝突点までの距離, l_2 は梁の固定間距離を表している.

2.2.3 片持ち梁

片持ち梁の境界条件は

$$x = l_2/2 \quad \text{において, } y=0 \quad \text{かつ} \quad dy/dx=0$$

$$x = -l_2/2 \quad \text{において, } d^2y/dx^2=0 \quad \text{かつ} \quad d^3y/dx^3=0 \quad (15)$$

となり, これより固有関数

$$W_v(l_x) = \sqrt{\frac{1}{l_2(\sin \lambda l_2 + \sinh \lambda l_2)^2}} \\ \times \{(\sin \lambda x - \sinh \lambda x)(\cos \lambda l_2 + \cosh \lambda l_2) \\ + (-\cos \lambda x + \cosh \lambda x)(\sin \lambda l_2 + \sinh \lambda l_2)\} \quad (16)$$

が求められる. λl_2 は振動数方程式

$$1 + \cosh \lambda l_2 \cos \lambda l_2 = 0 \quad (17)$$

を解くことにより, 同様に根の近似式が以下のように求まる.

$$\lambda l_2 \doteq \frac{(2\nu-1)\pi}{2} \quad (18)$$

よって

$$\lambda x \doteq \frac{(2\nu-1)\pi}{2} \left(\frac{l_x}{l_2} \right) \quad (19)$$

片持ち梁の l_x は固定端から衝突位置までの距離, l_2 は固定端から自由端までの長さである. 左右対称形の両端支持や両端固定と比較する場合はこれらと同様に

$$\lambda x \doteq \frac{(2\nu-1)\pi}{2} \left(\frac{l_x}{l_2} + \frac{1}{2} \right) \quad (20)$$

として l_x を中央から衝突位置まで固定端から自由端に向かう距離として計算する.

3. 実験装置

Fig. 2 に実験装置の全体図を示す. 丸棒を走行台の上に乗せ, 両端支持, 両端固定, 片持ち梁を再現した梁に平面衝突するように調整し, 一定の速度で中央に衝突させる. 速度波形は, ①のセンサヘッドから照射されるレーザによって丸棒が梁に衝突する前後の速度が計測され, ②のAD変換機でデジタル信号に変換し, パソコンのディスプレイに波形として出力される. また, 衝撃力波形は衝突時に棒先端のPZTに加わる衝撃力を電圧に変換したものが計測され, ③のデジタルオシロスコープに出力した波形を④のパソコンに保存する. 固有振動数は⑤の精密騒音計で衝突時の音を捉え, ⑥のFFTで周波数の解析をする.

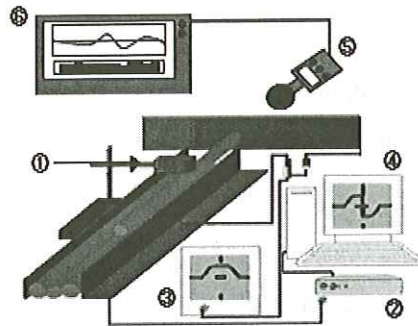


Fig. 2 Experimental apparatus

4. 実験と解析の対応

4.1 梁の固有振動数

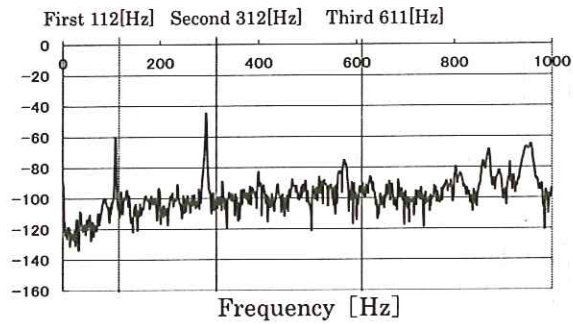


Fig. 3 Natural frequency of both ends clamped beam

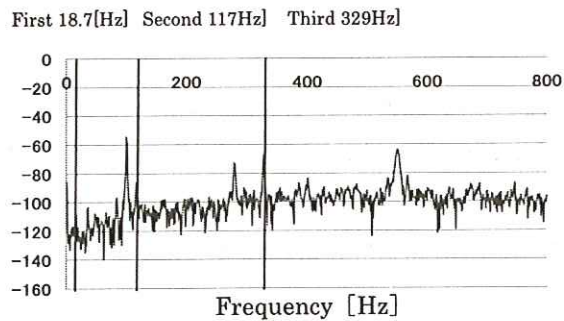


Fig. 4 Natural frequency of cantilever beam

棒と両端支持梁の衝突についての研究では梁の固有振動数を衝突時の音を周波数解析することにより測定し、解析値と実験値が近い値である場合両端支持が再現できているとし、研究を行っていた。同様に両端固定梁と片持ち梁も固有振動数を測り確認を行った。Fig. 3 は両端固定梁の固有振動数を表しており、1 次、2 次が実験と解析で近い値を示していることから、両端固定梁が再現できていることが確認できる。Fig. 4 片持ち梁も同様に 1 次、2 次が近い値が出ていることから実験装置の再現性を確認することが出来た。

4-2 棒と両端固定梁および棒と片持ち梁との弾性衝突における解析と実験の衝撃力パターンの近似

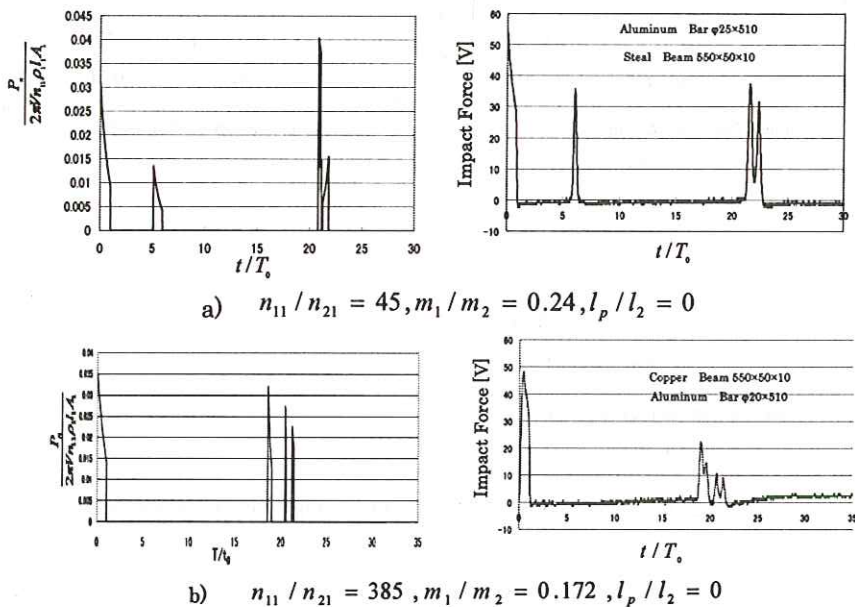


Fig. 5 Impact force pattern

Fig. 5-(a)に解析で求めた両端固定の梁衝撃力波形と PZT による実験出力とを、Fig. 5-(b)に解析で求めた片持ち梁の衝撃力波形と PZT 実験出力波形を、それぞれ両端固定は $n_{11}/n_{21} = 45, m_1/m_2 = 0.24, l_p/l_2 = 0$ (中央衝突)、片持ちは $n_{11}/n_{21} = 385, m_1/m_2 = 0.172, l_p/l_2 = 0$ (中央衝突)の条件下で比較しているが、どちらも解析結果と実験結果が近似していることが分かる。

4-3 棒材と梁材を統一した場合の境界条件の違いによる第 1 回目の衝撃力のピーク値の衝突位置ごとの変化

Fig. 6 に 1 回目の衝撃力ピーク値の衝突位置ごとの変化を示した。(a)が両端支持梁で(b)が両端固定梁、(c)が片持ち梁であり、夫々梁中央($l_x/l_2 = 0$)から支持端または固定端($l_x/l_2 = 0.5$)までの変化を示している。棒材と梁材が一致している場合中央から $l_x/l_2 = 0.3$ あたりまではどの境界条件の場合も比較的安定した値となり大きな差は見られない。しかし境界付近では同じ固定の条件の両端固定梁と片持ち梁が類似したピーク値の増減を示し、両端支持梁は両者に比べ境界付近の短い範囲で急なピークの増減を示している。

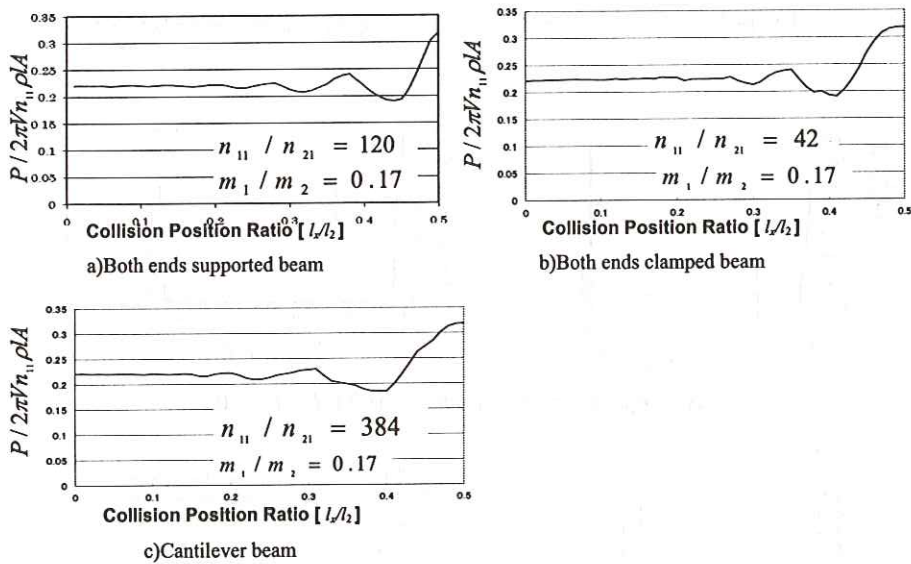


Fig. 6 Variation of the peak value of 1st impact force waveform

4-4 両端固定梁と片持ち梁の衝突位置の影響と支持点付近の問題、および両端支持梁との比較

Fig. 6 は衝突位置ごとの見掛けの反発係数(V/V_0)を同じ棒と梁の衝突に関して両端支持梁、両端固定梁、片持ち梁とした場合の差を比較したものである。衝撃力ピーク値の変化同様境界付近での変化状況は両端固定梁と片持ち梁が類似した変化となり両端支持梁がほかに比べて急な変化状況となっている。また境界付近の見掛けの反発係数の急な変化が始まる地点から衝突回数も 1 回の衝突パターンとなることがわかる。

4-5 棒材と梁材を統一した場合の両端支持梁、両端固定梁および片持ち梁における質量比の影響

Fig. 7- i (a) に $l_x/l_2 = 0$ (中央衝突)の場合の両端支持梁、両端固定梁、片持ち梁、それぞれ棒材と梁材を統一して境界条件を変化させた場合の質量比の変化に伴う反発係数の変化を Fig. 7(b)に衝突回数の変化をそれぞれ示した。Fig. 7- ii (a),(b)には $l_x/l_2 = 0.4$ (支持点または固定点付近)に関して同様に反発係

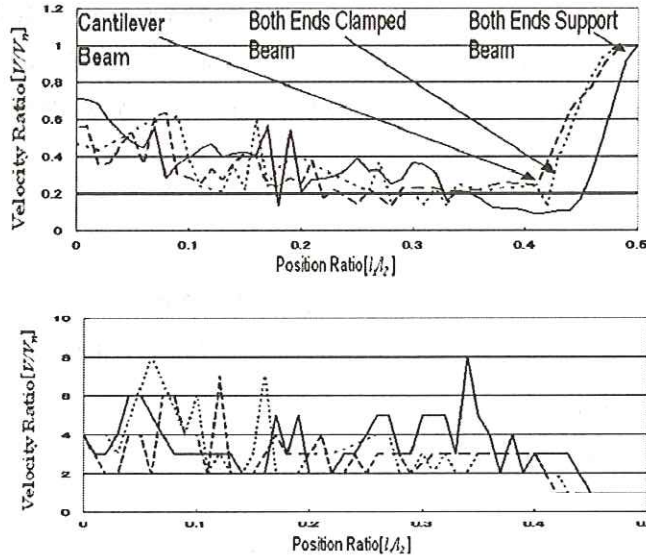
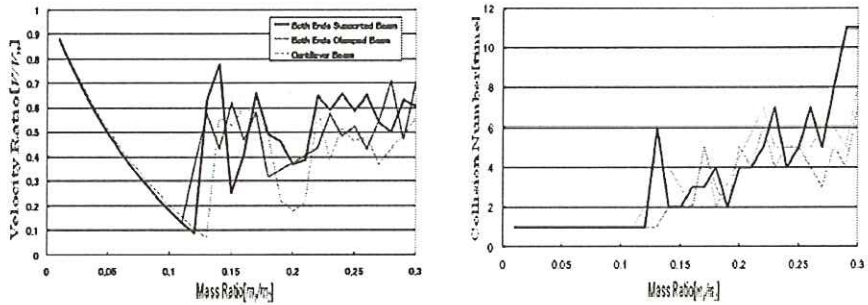


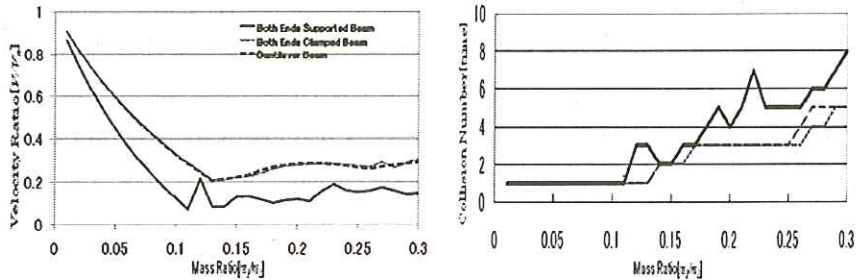
Fig. 7 Influence on the apparent coefficient of restitution V/V_0 and the number of collision by variation of boundary condition



(a) Apparent coefficient of restitution

(b) Collision number

i) Center position ($l_x/l_2=0$)



(a) Apparent coefficient of restitution

(b) Collision number

ii) Near boundary position ($l_x/l_2=0.4$)

Fig. 8 Influence on the apparent coefficient of restitution V/V_0 and the number of collision by variation of mass ratio

数と衝突回数の変化を調べた。その結果中央衝突においては衝突回数1回の状況が長く続くのはこの条件化では片持ち、両端支持、両端固定の順であり、両端支持と両端固定が比較的近いことが分かる。また支持端や固定端近くでは片持ち梁と両端固定梁が固定端部の一致から反発係数衝突回数共に近似し両端支持梁からは離れるパターンとなる。

5. 結論

- ・ 見かけの反発係数は棒材と梁材を同一にした場合、押さえの境界条件のみを変化させると、はり中央付近では質量比の変化に伴ない両端支持梁と両端固定梁が比較的近い変化パターンとなり支持点、固定点付近では両端固定と片持ちが近い値をとることがわかった。
- ・ 複数回衝突に変化する質量比は中央付近の衝突では両端固定、両端支持、片持ちの順で大きくなり最も反発係数が小さくなるのは片持ち梁であった。
- ・ これに対し固定端および支持端付近では複数回衝突に変化するのは両端支持がもっとも小さな質量比のときで、反発係数も最も低い値を示す。
- ・ 衝撃力ピーク値は棒材と梁材を一致させた場合中心位置付近では両端支持、両端固定、片持ちのどの場合も大きな差は無く変化も少ないが支持端、固定端近傍の変化状況は固定という共通の境界条件を持つ両端固定梁と片持ち梁が近い。
- ・ 本解析方法により梁の境界条件が異なる場合の衝突現象に関しても固有関数は異なるもののほぼ両端支持梁同様⁶⁾に固有振動数比、質量比、衝突位置の影響を調べることで衝突特性を明らかにすることが可能であることが分かった。

参考文献

- 1) T. Narabayashi, K. Shibaie, A. Ishizaka, K. Ozaki : Journal of Sound and Vibration, Vol. 308, pp. 548-562 (2007).
- 2) 楢林, 内島 : 2003 年春季日本時計学会講演論文集 (2003).
- 3) 楢林, 神保 : 日本機械学会論文集 C 編, 56 巻, 532 号, pp. 73-79 (1990).
- 4) 楢林, 石坂, 尾崎 : 日本時計学会誌マイクロメカトロニクス, Vol. 47, No.2, pp. 38-49 (2003).
- 5) 楢林, 石坂, 尾崎, 内島, 小林 : 日本時計学会誌マイクロメカトロニクス, Vol. 48, No. 4, pp. 8-19 (2004).
- 6) 楢林, 倉本 : 2008 年日本時計学会講演論文集 (2008).

技術報告

電波ソーラー多機能アナログ時計の開発

長谷川 幸佑 *

(2012 年 3 月 20 日原稿受付)

Development of radio controlled,
solar powered analog watch with various functions

Kosuke HASEGAWA
CASIO COMPUTER CO., LTD.

ABSTRACT

We have developed the solar powered radio controlled watch filled with functions by eliminating the issue of the complexity of operation and setup using the limited number of buttons. The various hand indications were realized by using five motors, coaxial independent drive gear train with auto home position hand correction. Also, the easy operation was achieved by the newly developed electronic crown switch with magnetic sensor.

1. はじめに

カシオ計算機では「オシアナス」や「エディフィス」といったブランドを中心に、電波ソーラーをベースとしてストップウォッチやタイマー、アラーム、世界 29 都市の時刻表示など多彩な機能を搭載したアナログ時計を製品化してきた。

しかし限られた数のプッシュボタンと、従来のモーター構成では、機能を使用するために複雑なボタン操作が必要であったり、針の移動に時間がかかるために煩わしさを感じたりとユーザビリティに多少難があった。今回その問題を解決すべく、これらの機能をストレスなく使えるシステムを開発し製品化 (Fig. 1/ Fig. 2) したので、その技術概要について述べる。



Fig. 1 OCW-T1000



Fig. 2 EQW-A1000

*カシオ計算機(株) モジュール開発部第二開発室

2. 開発のポイント

このシステムを開発するにあたり、以下の内容を実現する多機能アナログ時計を製品化することを目標とした。

- ・時差修正やアラームのセットなど、各機能を素早い操作で設定できるようにすること。
- ・マニュアルを見ずとも可能な直感的な操作ができること。
- ・各機能の表現を今までにないようなアクティブな針の動きで演出すること。

これらを実現するために、同軸独立駆動の輪列の開発、電子式りゅうずスイッチの開発、複数のモーターの搭載及び制御、を主な技術ポイントとした。

3. SMART ACCESS

今回、技術ポイントとなった上記3つのキーワードをまとめてカシオ計算機ではSMART ACCESSと呼んでいる。

従来1つのモーターによって制御されていた時計と分針とを、それぞれ独立したモーターで制御することでモード切替や時刻修正時に発生する針の早送り動作時間を大幅に短縮することを目指した。

また電子式のりゅうずスイッチにはただ引いて回すだけでなくプッシュ機能を搭載することで使い勝手の向上を、さらに5つのモーターを適正な製品サイズに収めることで様々な情報を針で表現することを目指した。

3. 1. 独立駆動するアナログモーター

3. 1. 1. 同軸独立駆動

OCW-T1000 (Fig. 1) ではセンター3針 (時計針、分針、秒針) の独立駆動、EQW-A1000 (Fig. 2) ではセンター4針 (ディスク針、時計針、分針、秒針) の独立駆動を採用、それにカレンダーを含めそれぞれ独立した5つのモーターで構成される。Fig. 3 は上記機種のアナログブロックの裏ぶた側の輪列構成である。OCW-T1000、EQW-A1000の5モーターの割り当てをTable 1に示す。

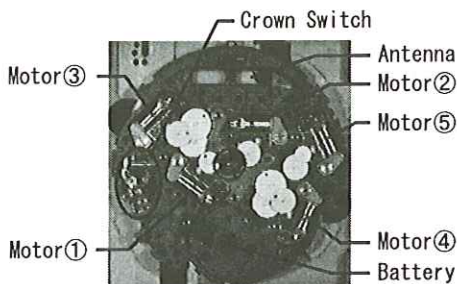


Fig. 3 Geartrain

Table 1 Motor composition

	OCW-T1000	EQW-A1000
Motor ①	Second Hand	Second Hand
Motor ②	Minute Hand	Minute Hand
Motor ③	Hour Hand, 24 Hour Meters	Hour Hand
Motor ④	Function Hand (6:00 side)	Function Hand (center)
Motor ⑤	Calendar	Calendar

この二つの製品で使用しているアナログムーブメントは基本構成を同一とし、一部の歯車の切り替えによって両方の製品を可能にする構造を採っている。

3. 1. 2. 針位置自動補正システム

センター4針独立駆動の運針について、表示分解能、早送りスピード、運針トルクの観点から時針を 1° 運針(2分に1回運針)、センター機能針も 1° 運針とした。本機種では4針独立駆動でありながらも、秒針、分針、時針、機能針の完全針位置検出機能を搭載する為に、以下の通りとしている。

秒針、分針については従来のカシオ計算機の針位置自動補正システムを採用した。センター付近に1組のLEDとフォトトランジスタを配置し、歯車に開けられた穴の貫通によって針位置を検出するものである。

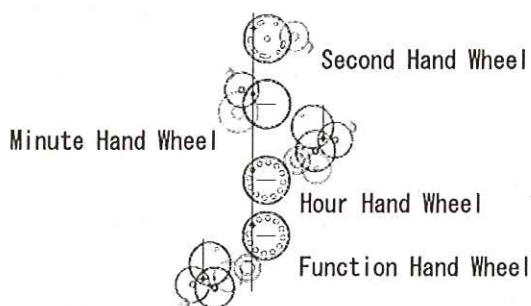


Fig. 4 Composition of geartrain

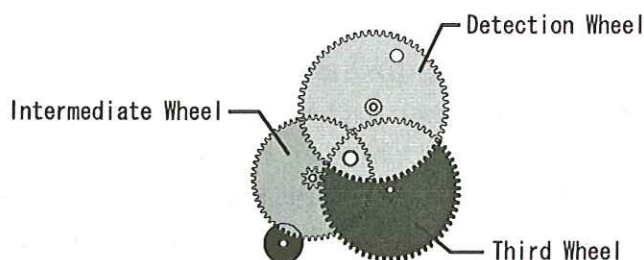


Fig. 5 Composition of auto hand home position correction

時針と機能針については、 1° 運針であるがために、センター部では運針角度が細か過ぎ、位置の特定が不可能であった。そこで、時針の輪列、機能針の輪列のそれぞれに1組のLEDとフォトトランジスタを配置し、途中の輪列である中間車、三番車を利用した手法を取った (Fig. 4)。Fig. 5は、時針および機能針の針位置検出用の輪列構成である。

また中間車の運針角度は 30° (穴の数: 1箇所)、三番車の運針角度は 4° (穴の数: 1箇所)である為、中間車と三番車だけでは、180パルスごとに歯車に空けられた貫通穴に光が透過してしまい、 1° 運針(360パルスごと)の針の針位置が特定出来ない。そこで、位置検出車を設け、中間車と三番車と位置検出車を重ねる事により、時針と機能針の 1° 運針での針位置検出を可能とした。

3. 2. 電子式りゅうずスイッチ

本機種では、りゅうずにプッシュスイッチの機能を設ける事で、従来のりゅうずにはない操作性を得た。押す（モード切り替え）、引く（修正状態切り替え）、回す（修正）という一連の動作をひとつのシステムで可能とした。なお、りゅうずの回転認識には、磁気センサーを利用する事で、回転運動を平行運動に変換するなどの複雑な機構を必要としない非接触型のものとした。

3. 2. 1. 回転検出の構成

Fig. 6 は、本りゅうずスイッチの回転認識の構成図である。

りゅうずに取り付けられた巻真（棒部分）に取り付けられた磁石の回転を、プリント配線板（PWB）上に搭載された磁気センサーで認識するという、シンプルな構成となっている。

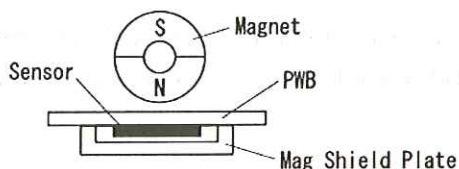


Fig. 6 Composition of crown switch

—構成部品詳細—

＜磁石＞ サイズ： $\phi 1.3 \text{ mm} \times t 0.4 \text{ mm}$ （穴 $\phi 0.6 \text{ mm}$ ）

2 極の小型円盤磁石で巻真が刺し込まれる。磁束密度が高く、磁力の強いネオジウムを採用した。

＜センサーIC＞ GMR (Giant Magnetic Resistance) センサー

スイッチ IC は磁界変化を検出するホール素子、MR 素子などを使ったタイプがあるが、腕時計では、高感度、低消費電流、低電圧駆動、小型化などの条件が求められるため GMR センサーと呼ばれる素子を使用したスイッチ IC を採用した。

＜耐磁板＞ サイズ： $4.2 \times 4.0 \times t 0.65 \text{ mm}$

SPCC を使って外部磁界を遮蔽しノイズ耐性 2.0 mT (20 G) を実現した。形状は磁気シミュレーションによって小型最適化している。

3. 2. 2. 回転検出の原理

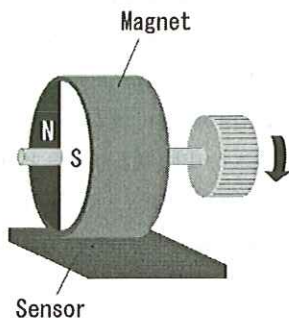


Fig. 7 Crown switch

Fig. 7 は時計内部からみた磁石の状態である。これを今逆転 (Fig. 7 の矢印の方向) させた時の変化の様子を磁石の回転角度と GMR センサー IC 出力の状態で示す (Fig. 8)。センサー IC には 2 つの GMR 素子が内蔵されており、回転する磁石の磁界と素子の方向が同じ向きになると High レベル、反対向きだと Low レベルを出力する。Fig. 8 に示すように、2 つの素子の実装位置が磁石の回転方向について異なっているため、その回転に対して大よそ 60° の位相差が発生する。2 つの出力の位相差から時計マイコンで正転、逆転の判定をする。

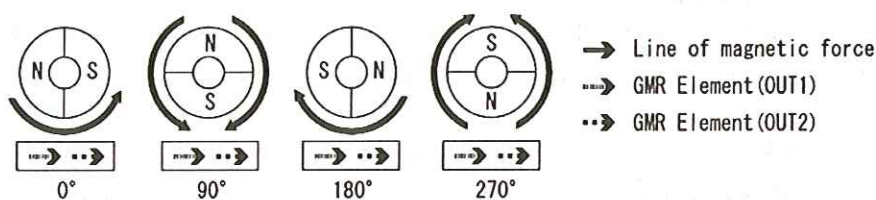
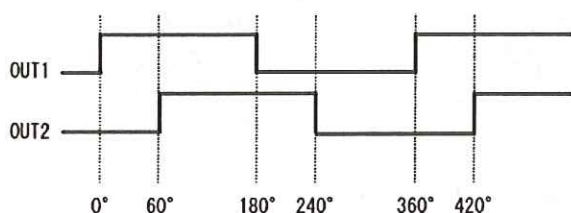


Fig. 8 Rotation of magnet and GMR element

[Forward]



[Reverse]

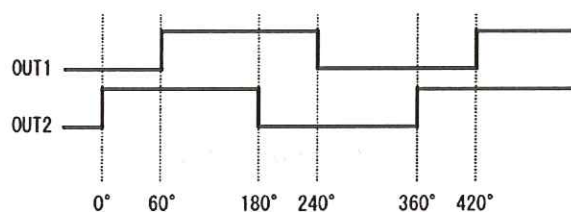


Fig. 9 Output waveform

[Forward Output Pattern]

OUT ①	L→H→H	H→H→L	H→L→L	L→L→H
OUT ②	L→L→H	L→H→H	H→H→L	H→L→L

[Reverse Output Pattern]

OUT ①	L→L→H	L→H→H	H→H→L	H→L→L
OUT ②	L→H→H	H→H→L	H→L→L	L→L→H

Fig. 10 Output pattern

Fig. 9 は回転角度と2つのGMR素子の出力レベルの関係を示したものである。センサーICに電源が供給されたときの2つの出力初期値(High, Low)は一定ではない。初期値はリ्यूずを引き出したときの磁石位置(角度)によって変化する。電源投入時(リ्यूずが引かれた時)に初期値を読み込み、その後の変化点を2点観測し、3つの値(初期値と2つの変化点)がある一定のパターン(Fig. 10)となったときに正転と逆転の動作認識をする。

早送りは連続して正転(又は逆転)パターンを検出した時、その間隔 T_r をタイマーで測定して T_r が規定時間以内だったとき早送りと認識する。

例： $T_r = 1000 \text{ ms}$ とした時120 rpm (2 Hz)の回転速度で竜頭を回すと早送りと認識する。

3. 2. 3. りゅうずスイッチ構造

本機種では通常のりゅうずと同様の引き動作、回転動作の他に、プッシュスイッチの機能を設けることで操作性の向上を図った。Fig. 11 はりゅうずスイッチの機構を分解して層別に示したものである。

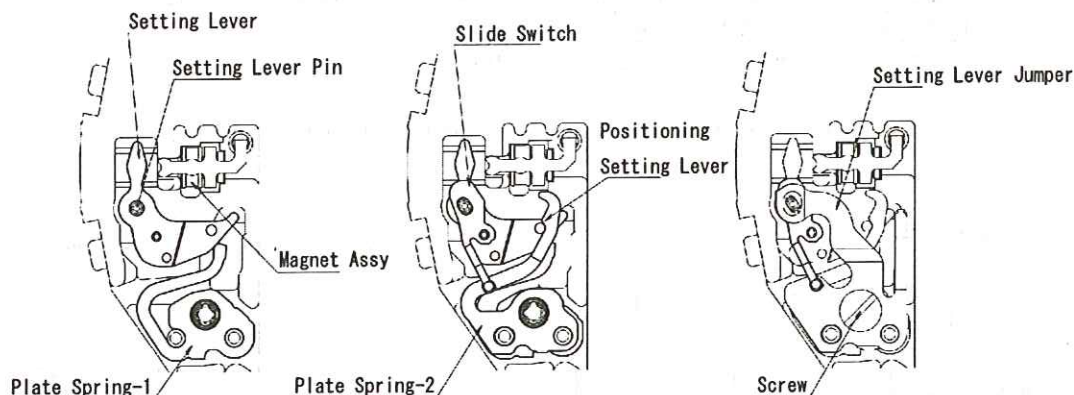


Fig. 11 Crown switch mechanism

<Setting Lever : おしどり>

りゅうずの押し、引きの動作（巻真位置）を内部に伝える部品

<Plate Spring-1 : 板ばね-1>

りゅうずが押された時におしどりを押し、元の位置に戻す部品。

<Plate Spring-2 : 板ばね-2>

りゅうずの通常位置、引き動作時の位置を決める（おしどりの位置を決める）部品。

<Slide Switch : スライドスイッチ>

おしどりと連動して動き、PWBのパターンとコンタクトすることで、りゅうずのプッシュ状態、引き状態を回路に認識させる部品。

<Setting Lever Jumper : 裏押さえ>

部品の押さえ。スライドスイッチをGNDにする。

<Magnet Assy : 磁石アッシー>

穴あきの円形磁石を2つの部品ではさみ、カシメた部品。かしめ部品の1つにりゅうずにねじ固定されている巻真の角部が差し込まれる角穴が開いている。磁石アッシーの角穴と巻真の角部は、常にかみ合っているのでりゅうずを回転させると磁石は、りゅうずの回転方向に回る。Fig. 12 は、りゅうずスイッチの動作（引き動作、プッシュ動作）を示したものである。

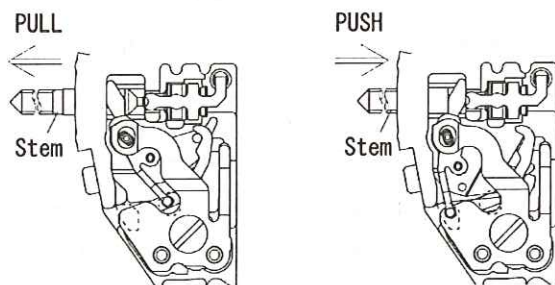


Fig. 12 Pull and push operation

なお、りゅうずを引いても磁石の位置は変わらない構造をとっている。りゅうずからねじ固定される巻真には角部があり、その角部は、磁石を2つの部品でカシメている磁石アッシーの角穴に差し込まれている。

巻真は、磁石アッシーに差し込まれているだけなので、りゅうずを押し引きしても、磁石アッシーは同じ位置にあり GMR センサーとの位置関係は変わらない。また、巻真の角部は、りゅうずを押し引きしても磁石アッシーの角穴から外れない長さになっている。よって、りゅうずを引いた状態で回転させると、磁石アッシーにカシメられている磁石が回転し、りゅうずの回転を GMR センサーが認識する。

<りゅうずプッシュ動作>

りゅうずを押した場合、巻真の凹部分によりおしどりがおしどりピンを支点に回転すると同時にスライドスイッチが回転し、PWB のパターンとコンタクトし、回路がりゅうずプッシュ状態を認識する。りゅうず押しをやめると、おしどりが板ばね-1 により押し戻され、巻真が通常位置に戻る。

3. 3. 複数のモーター

本モジュールは、モーターの小型化、電波時計用アンテナの小型化により、電子式りゅうずスイッチの搭載、世界6局電波受信機能、針位置自動補正機能を実現しながら5つのモーターを搭載している。さらにその中の最大3つのモーターにおいて同時駆動制御を行い、スムーズな操作や針の遷移時間を短縮を実現している。Fig. 13 はモーターが同時駆動したときのモーターパルスの出力の一例である。

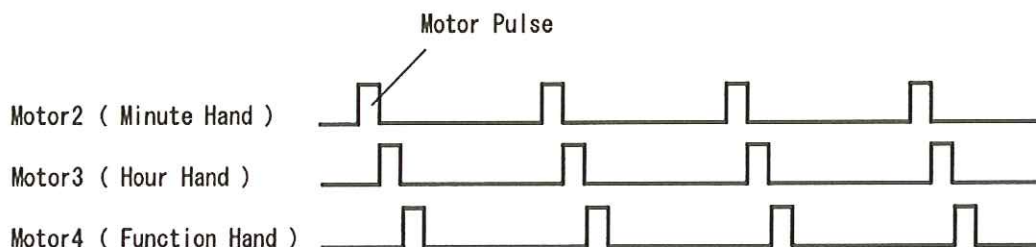


Fig. 13 The example of motor operation

各モーターによってパルス全長や最大回転速度などスペックは当然異なる。よって複数のモーターを制御する際には、5つのモーターのうちどのモーターを同時に駆動させるかによって回転速度を変化させる必要がある。

スペック上可能な回転速度であっても波形にはパルス幅が存在するため、複数のモーター波形を出力するのにかかる時間が出力間隔を上回ってしまってはならない。さらに動作させるステップ数も各モーターにより異なるため、同時駆動するモーター数も時計の状態によって変化していく。モーター波形を出力するたびに現在の同時運針数、正転運針数、逆転運針数、個々のパルスの最大回転速度を確認し、常に最適な条件でそれに合わせて同時回転速度も変化させ、より最適で柔軟な駆動方法を実現している。

4. まとめ

電子式りゅうずスイッチとアナログモーターの独立駆動により、素早く直感的な操作を可能とした電波ソーラー多機能アナログ時計を開発。ユーザビリティの大幅な改善を実現した。

5. おわりに

さらなるモーターの小型化、りゅうずの小型化、電波アンテナの小型化、そしてより多くのモーターをモジュールに搭載することで、表現力UPを迫り、多機能だがユーザビリティに優れた製品開発をすることが今後の課題となる。

参考文献

- (1) 青木信裕, 水津考, 小島直: 針位置自動補正機能付きアナログ時計の開発, マイクロメカトロニクス, Vol. 54, No. 202, pp. 11-16, 2010.
- (2) 長谷川幸佑, 山崎晋, 常葉輝久: トリプルセンサー電波ソーラーコンビネーションの開発, マイクロメカトロニクス, Vol. 55, No. 204, pp. 43-48, 2011.

研究会報告

省スペース実装技術の進化と今後の展望

部品内臓 B²itTM 配線板 ～能動部品と受動部品の同時混載内臓技術～ 薄型化と3次元実装モジュールへの応用

講師 笹岡 賢司 氏 大日本印刷株式会社 電子デバイス事業部 研究開発本部 MC 開発部
リーダー
(現所属:大日本印刷株式会社 電子システムセンター 実装開発部)

参加者 17名 (正会員 11名、非会員 6名)

シチズン時計(株)	4名(正会員 3名、非会員 1名)
シチズンマイクロ(株)	2名(非会員 2名)
リズム時計(株)	1名(正会員)
セイコークロック(株)	1名(正会員)
中央大学	1名(正会員)
横浜国立大学	1名(正会員)
日本時計学会	2名(正会員)
セイコーエプソン(株)	5名(正会員 2名、非会員 3名)

司会 小池 邦夫 セイコーエプソン(株) ウォッチ事業部 W 商品開発部

*2011 年 11 月 11 日 中央大学 後楽園キャンパス新 2 号館 2735 号室にて開催

第1部 講演

1. はじめに

近年の携帯電話やスマートフォンに代表されるモバイル電子機器の軽薄短小化と多機能・高性能化の進展は著しい。

これらを支える技術として、半導体デバイスの高集積化や周辺部品の小型化、配線板の微細配線化等の個々の部品の高集積化・小型化・高密度化や、半導体パッケージ内でのチップスタック実装や PoP (Package on Package) 実装といった、配線板の表面上での3次元実装技術により実現されてきたが、次世代のモバイル電子機器の実現に向け、さらなる小型化・多機能化・高性能化を実現するための、新たな手段や技術開発が求められている。

このような状況に対応する技術として、配線板の内部を含めた3次元的な部品実装配置を可能とすることで、個別の部品レベルでの高集積化・小型化・微細化や、配線板表面での3次元実装技術と言った従来技術の延長のみでは実現困難であった、部品間の最短配線の実現による電気的性能向上や、従来以上の超高密度実装を実現できる、部品内蔵配線板技術の実用化が進んでいる。

図1に当社オリジナルの高密度ビルドアップ配線板技術である、導電性バンパで配線板の層間接続を一括形成する B²it™ 配線板および各種部品内蔵技術の開発経緯を示す。B²it™ 配線板は1996年から量産を開始し、数多くのモバイル電子機器等に採用されており、すでに15年以上の量産実績のある高密度ビルドアップ配線板である。

当社の部品内蔵配線板は、B²it™ 配線板を応用し、各種の部品内蔵ビルドアップ配線板の開発を行っており、市販の受動チップ部品を内蔵する受動チップ部品内蔵 B²it™ 配線板^[1]は、世界に先駆け2006年4月から量産を開始している。さらに前記受動チップ部品内蔵 B²it™ 配線板に WL-CSP (Wafer Level Chip Scale Package) 状の半導体 LSI (能動部品) を同時混載内蔵するタイプの、能動部品 & 受動チップ部品内蔵 B²it™ 配線板^[2]も2007年12月から量産を開始し多くのモバイル電子機器に採用されている。

一方、昨今のスマートフォンやタブレット PC 等では、製品の薄型化が商品価値の一つの大きな要素であり、使われる各種電子部品や配線板に対しても当然ながら小型・高密度でありながら、さらに薄型化の要求が強く、部品内蔵配線板においても例外ではない状況である。

また、各種モバイル電子機器の開発シーンにおいては、開発サイクルの短縮やデザインフレキシビリティの向上、機能の部品化による汎用化や取り扱い易さといった観点から、各機能ブロックをユニット化したモジュール製品を採用するケースが増加している。これらモジュール製品では小型・高集積・薄型化の実現が重要であり、部品内蔵配線板を応用し、3次元実装構造とすることで、従来以上の小型・高集積・薄型化を実現した3次元実装モジュール製品を提供する動きも活発化している。当社も前述の部品内蔵 B²it™ 配線板を応用した3次元実装モジュール製品の開発を行っている^{[3][4]}。

本報告では、すでに数多くの量産実績のある部品内蔵 B²it™ 配線板について紹介するとともに、昨今の薄型化要求に対する取り組みについても説明し、応用製品である3次元実装モジュールについても紹介する。

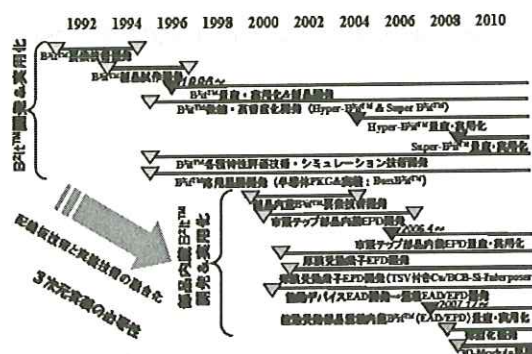


図1 B²it™配線板&部品内蔵開発の経緯

2. B²it™ 配線板

B²it™とは、“Buried Bump Interconnection Technology”の略称であり、絶縁層内に埋め込まれた導電性バンブにより配線の層間接続を行う技術である。この層間接続技術により製造された高密度ビルドアップ配線板がB²it™配線板である。前述のとおり携帯電話やデジタルビデオカメラといった高密度実装が必要であり、小型・軽量でさらに高信頼性が要求されるモバイル電子機器用のビルドアップ配線板として既に15年以上の量産実績がある。

図2にB²it™配線板の基本プロセスを示す。銅箔上に層間接続部となる導電性バンブを印刷法にて一括形成し、層間の絶縁層となるプリプレグに導電性バンブを貫通する。その後反対側の配線となる銅箔を配置し、積層プレスを実施することで層間接続が完成する。このようにB²it™のバンブは印刷法で一括形成することから層間接続点数にかかわらずプロセス時間が一定であるといった特徴がある。

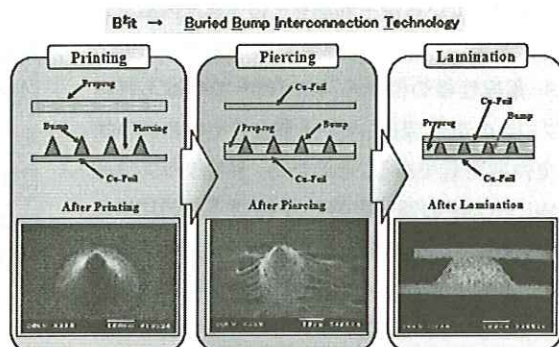


図2 B²it™配線板の基本プロセス

表1 All-B²it™配線板のラインナップ

Type	Standard	Hyper		Super		Ultra
		Phase-1	Phase-2	Phase-1	Phase-2	
板厚 8層 6層 4層	670μm 520μm 250μm	510μm 350μm 250μm	380μm 280μm 180μm	310μm 230μm 150μm		
Line/Space	60/75μm	50/60μm	40/40μm	80/30μm		
ビアランド径	Φ300μm	Φ250μm	Φ180μm	Φ150μm		

また、B²it™では穴明け、銅めっきという管理が煩雑で環境負荷の高いプロセスを必要とせず、層間接続形成が完全ドライプロセスであり、環境に対する負荷の少ないエコロジーなプロセスであるという特徴も備えている。さらに現在量産中のB²it™配線板の絶縁材料は全てハロゲンフリー材料であり、鉛フリー実装に対応している。前述の環境負荷の少ないプロセスの特徴とあわせて環境対応に優れたビルドアップ配線板である。

また、構造的な特徴として、層間接続部に孔が無いため、層間接続部の直上に部品実装パッドを形成するパッドオンビア構造が容易に形成可能である。特に層間接続を全層B²itで形成する「All-B²it™(オール・ビー・スクエア・イット)配線板」では、全層ランダム構造の層間接続が可能であり、任意の層間接続のみを形成する構造や、直列的に層間接続ビアを積み重ねるスタックビア構造が容易に形成でき、設計自由度が非常に高く、配線の収容力に優れているといった特徴も持っている。

表1にAll-B²it™配線板のラインナップを示す。All-B²it™にはStandard B²it™(スタンダード・ビー・スクエア・イット)、Hyper B²it™(ハイパー・ビー・スクエア・イット)、Super B²it™(スーパー・ビー・スクエア・イット)、Ultra B²it™(ウルトラ・ビー・スクエア・イット)の4つのタイプをラインナップしている。

3. 部品内蔵 B²it™ 配線板

B²it™配線板は、多層配線板の内層間のみの層間接続部を、外層の層間接続部よりも後の工程で形成できるという、一般のビルドアップ配線板では不可能な製造プロセスの実現や、構成する各部材を同時並行で準備しておき、一括積層で部品内蔵配線板を製造できる等の固有の特徴を有する。これらの固有の特徴は部品内蔵配線板で全層ランダムビア構造を容易に実現できることや、リードタイム短縮や、高い歩留まりの実現等、部品内蔵配線板の製造に適している。

図3に当社の部品内蔵B²it™配線板の特長を示す。

当社の部品内蔵 B²itTM 配線板の最大の特長は、市販流通している電子部品をそのまま内蔵できる点にある。受動チップ部品では市販流通している Sn 電極仕様の部品を、WL-CSP でははんだパンプ付きの市販流通している部品をそのままの状態の内蔵可能である。そのため、受動チップ部品や WL-CSP の端子電極を、内蔵するために例えば Cu 電極のような特殊仕様を準備しなくても良いので、余分な開発のイニシャルコストや開発期間を必要としない。部品調達のリードタイムも通常の表面実装部品と同様であり、内蔵電子部品の調達リスクを低く抑えることができる。

また、能動部品として WL-CSP を採用することで、機能の検査保証がされた状態で KGD (Known Good Die) として取り扱うことが可能となり、受動部品として市販受動チップ部品を採用することで、個々の部品単位で特性が検査保証された部品を KGD 同様に KGC (Known Good Component) として取り扱うことが可能であり、要求特性に応じた部品内蔵 B²itTM 配線板を容易に提供可能であると同時に、製造リスクを低減させる上で大きなメリットである。

また、能動部品と受動チップ部品の同時混載内蔵を実現することで、回路を構成する部品の能動部品と受動チップ部品との中から、内蔵する部品と表面実装する部品とを自由に選択することができ、高い設計自由度を確保し、より最適な小型化設計を可能としている。

また、内蔵電子部品の実装に一般的な表面実装技術 (SMT; Surface Mount Technology) を採用することで、受動チップ部品と WL-CSP とをシームレスに連続実装することが可能となり高い生産性を確保している。

また、部品内蔵配線板では、内層配線パターン領域が減少し設計自由度が犠牲となる場合があるが、B²itTM 配線板では、全層ランダムビア構造やスタックビア構造を自由に設計でき、高密度の配線領域を確保した上で配線パターン設計の自由度を確保している。

図4に部品内蔵 B²itTM 配線板の断面構造図を示す。図は WL-CSP と受動チップ部品の混載内蔵タイプの例であり、基本構造として、全層導電性パンプ接続によるランダムビア構造のビルドアップ配線板の内層に部品を内蔵する All B²itTM タイプと、めっきスルーホールと導電性パンプによる層間接続方法とを併用するコンビネーション B²itTM タイプがある。例は 8 層 All B²itTM タイプと 6 層コンビネーション B²itTM タイプである。

3. 1 受動チップ部品内蔵 B²itTM 配線板

受動チップ部品内蔵 B²itTM 配線板は、一般市販の 0402、0603、1005、低背 1608 サイズ (mm 表示) の抵抗、コンデンサ、インダクタ等の受動チップ部品を同時混在内蔵することが可能である。内蔵する部品のサイズや数量、必要な配線領域等によって、配線板の構造は適宜選択可能である。

図5に受動チップ部品内蔵部分の断面写真を示

1. 内蔵電子部品の調達リスクが低いこと。

一般市販の汎用電子部品を内蔵

2. 内蔵電子部品を自由に選択できること。

受動チップ部品と能動部品の混載内蔵

3. 高い生産性が確保できること。

内蔵電子部品実装が一般的な SMT

4. 配線パターン設計の自由度が高いこと。

B²itTM ビルドアップ配線板を採用

図3 部品内蔵 B²itTM プリント配線板の特長

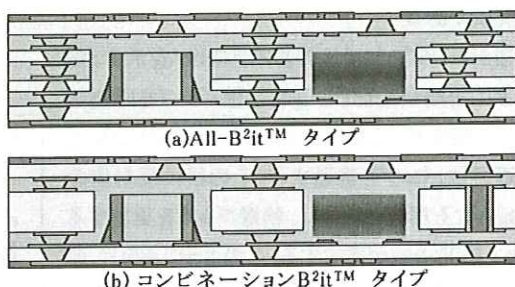


図4 部品内蔵 B²itTM プリント配線板断面構造

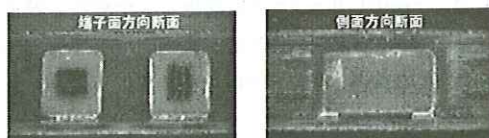


図5 市販受動チップ部品 (コンデンサ) 内蔵状態

す。写真は市販の 1005 チップコンデンサを内蔵した部分の写真であり、内蔵された受動チップ部品の全面が絶縁樹脂で完全に充填されていることが確認できる。

表2に受動チップ部品内蔵 B²it™ 配線板の信頼性試験結果を示す。0603 サイズの抵抗とコンデンサ、1005 サイズの抵抗とコンデンサについて評価した結果である。一般的な配線板やモジュール製品に要求される信頼性試験条件において問題の無い結果であり、実用十分な信頼性が確保されていることが確認できる。

さらに限界試験として温度サイクル試験を 5,000 サイクル、高温高湿放置試験と高温放置試験をそれぞれ 5,000 時間実施したが、各部品の特性異常や接続信頼性に異常は見られず非常に信頼性の高いことを確認している。

3.2 能動部品と受動チップ部品同時混載内蔵 B²it™ 配線板

能動部品と受動チップ部品同時混載内蔵 B²it™ 配線板は、前述の受動チップ部品内蔵 B²it™ 配線板に、能動部品の WL-CSP を同時に混載内蔵するタイプである。

図6に能動部品と受動チップ部品同時混載内蔵 B²it™ プリント配線板の例を示す。約9mm口の6層コンビネーション B²it™ 配線板内に 0603 と 1005 の抵抗とコンデンサを合計30個と、能動部品である半導体 LSI の WL-CSP3個とを同時に混載内蔵した例である。写真のように WL-CSP および受動チップ部品の周囲は絶縁樹脂により完全に充填されていることが確認できる。

表3に能動部品(WL-CSP)と受動チップ部品を同時混載内蔵する部品内蔵 B²it™ 配線板の、内蔵部品に関する信頼性評価結果を示す。

評価は、WL-CSPと受動チップ部品を同時混載内蔵した状態で、受動チップ部品部分と WL-CSP 部分についてそれぞれ評価した結果である。

内蔵受動チップ部品の評価は、0603 サイズのチップ抵抗とコンデンサ、1005 サイズのコンデンサについて評価した結果である。

WL-CSP 部については、テストチップを内蔵し実装信頼性(接続信頼性と絶縁信頼性)を評価した結果と、実デバイスとして半導体メモリIC(EEPROM)を内蔵し、機能特性を含めた評価試験を実施した結果であり、半導体メモリICの基本機能であるデータの書き込み/読み出し(Read/Write)テストと、半導体メーカーの協力を得て実施した、半導体メーカーが自社の WL-CSP 製品として機能特性や性能保証をするために実施している Maker finals Test の結果である。

WL-CSP と受動チップ部品を同時混載内蔵した

表2 受動チップ部品内蔵の信頼性評価結果

試験項目	温度サイクル試験 -55℃30分⇄125℃30分 1000サイクル	高温高湿バイアス試験 85℃85%RH DC10V 1000時間	高温放置試験 125℃ 1000時間
計画内容			
内蔵受動チップ部品の特性変化	PASS	PASS (85℃85%RH)	PASS
内蔵受動チップ部品の実装接続信頼性	PASS	PASS	PASS
内蔵受動チップ部品の絶縁信頼性	PASS	PASS	PASS
内蔵受動チップ部品の電極間の絶縁信頼性	PASS	PASS	PASS

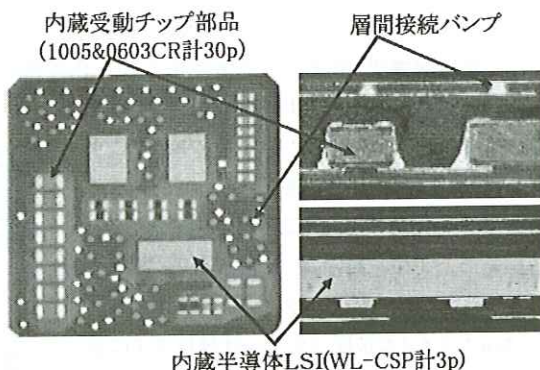


図6 WL-CSPと受動チップ部品の同時混載内蔵状態

表3 WL-CSPと受動チップ部品の同時混載内蔵の信頼性評価結果

試験項目	温度サイクル試験 -55℃30min ⇄125℃30min 1000サイクル	高温放置試験 (125℃) 1000時間	高温高湿試験 (85℃85%RH) 1000時間
計画内容			
内蔵受動チップ部品の信頼性	0603CR 1005C PASS	0603CR 1005C PASS	0603CR 1005C PASS
内蔵WL-CSP信頼性	実装信頼性 (テストチップ)	端子接続 PASS	-
	機能特性 信頼性 EEPROM:	Read/Write test	端子実装絶縁 PASS (DC5.5V)
	Maker finals test	PASS	PASS

状態での、受動チップ部品部分と WL-CSP 部分について、何れの試験評価結果とも、一般的な配線板やモジュール製品に要求される信頼性試験条件において問題の無い結果であり、実用十分な信頼性が確保されていることが確認できる。

さらに限界試験として半導体メモリ IC の、データの書き込み/読み出し(Read/Write)テストによる動作確認テストを、温度サイクル試験で 5,000 サイクル、高温高湿放置試験と高温放置試験でそれぞれ 5,000 時間実施した結果、内蔵した半導体メモリ IC(EEPROM)の動作特性に異常は見られず正常に動作する事が確認でき非常に信頼性の高いことを確認している。

4. 部品内蔵 B²itTM 配線板の薄型化

部品内蔵 B²itTM 配線板の薄型化開発について説明する。市販の受動チップ部品は、外形サイズが 0402 サイズや 0603 サイズ、1005 サイズ(mm 表示)のように規格化されており、例えば 0603 サイズのチップコンデンサであれば、その外形サイズは長さ 0.6mm 幅 0.3mm 高さ 0.3mm である。

市販の受動チップ部品を内蔵する部品内蔵 B²itTM 配線板の薄型化は、外形サイズが規格化された受動チップ部品を収容する厚さを配線板の内層部分に確保した上で、トータルの板厚を薄くすることが必要である。

図7に薄型化開発の取り組み内容を示す。図の様に、現在量産中の部品内蔵 B²itTM 配線板の板厚は、0603 サイズのチップコンデンサや同等厚さの WL-CSP を内蔵する 8 層 All-B²itTM タイプで、標準板厚は 0.65mm である。なお 6 層コンビネーション B²itTM タイプも同じ板厚である。

薄型化については3つの方法でアプローチしている。以下にそれぞれの取り組みを説明する。

一つは材料による薄型化である。内蔵部品の外側の層の絶縁材料に極薄のプリプレグを採用する技術開発をしている。公称 40 μ m や 30 μ m のプリプレグを採用することで、0603 サイズ相当の部品を内蔵し 8 層 All-B²itTM タイプで 0.6mm の板厚を実現できる。

二つ目は層構成(構造)による薄型化であり、内蔵部品の外側の層数を減らすことで薄型化する技術開発である。配線層数が減ることになるが、B²itTM の特徴である全層ランダムビアやスタックドビアにより、全体の配線収容力を確保した上で、内蔵部品の外側の層数を減らすことが可能であり、内蔵部品の上の層を減らした 7 層構造を実現している。0603 サイズ相当の部品内蔵の 7 層 All-B²itTM タイプの板厚 0.52mm 仕様はすでに量産供給している。

三つ目は内蔵部品による薄型化であり、内蔵する部品に 0402 サイズや厚さ 0.15mm などの薄型部品を採用すれば、板厚は薄くすることが可能であるので、小型、薄型部品を内蔵する技術を開発している。0402 サイズの部品を実装内蔵する技術は既に確立済みであり量産対応も可能である。

図8に 0402 サイズと平面が 1005 サイズで厚さが 0402 サイズのチップコンデンサを内蔵し、板厚 0.38mm を実現した 7 層 All-B²itTM 構造の

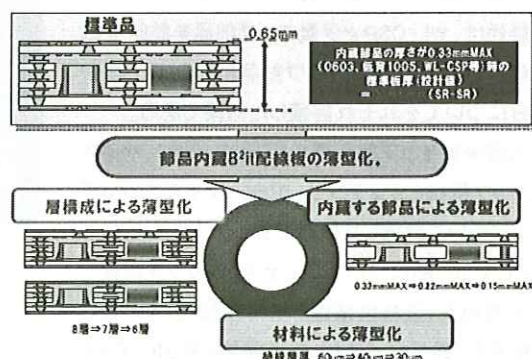


図7 部品内蔵B²itTM配線板の薄型化の取り組み

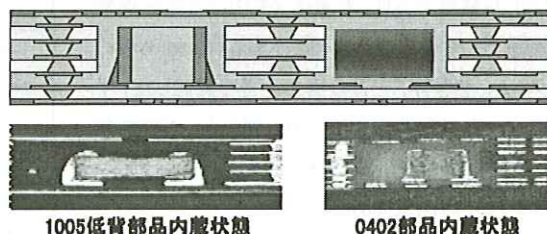


図8 0402部品内蔵0.38mmの部品内蔵B²itTM配線板

部品内蔵配線板の断面写真を示す。本製品はサンプル供給が可能である。

さらに、極薄の部品内蔵配線板として、厚さ 0.15mm のチップコンデンサや WL-CSP を内蔵し、6 層構造で板厚 0.28mm を実現した部品内蔵 B²itTM 配線板の開発をしている。図 9 に板厚 0.28mm の 6 層 B²itTM 配線板に、厚さ 0.15mm のコンデンサと WL-CSP の内蔵した状態を示す。

以上説明した部品内蔵 B²itTM 配線板の薄型化への取組みについて、構造と板厚のまとめを図 10 に示す。

5. 3次元実装モジュールへの応用

部品内蔵 B²itTM 配線板を応用した3次元実装モジュールとして、近距離無線通信規格である NFC (Near Field Communication) 機能ブロックをモジュール化した NFC モジュールを開発した。

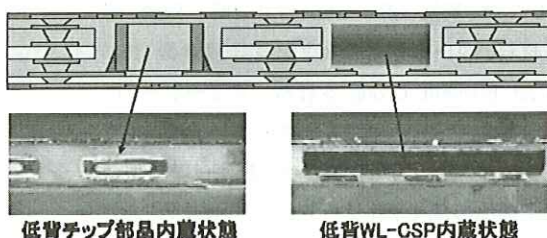


図9 0.15mm部品内蔵t0.28mmの部品内蔵B²itTM配線板

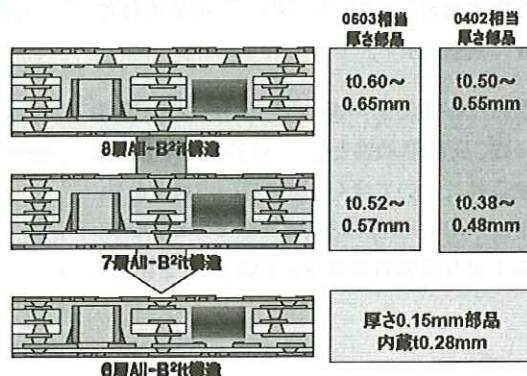


図10 部品内蔵B²itTM配線板の薄型化まとめ

5.1 3次元実装構造 NFC モジュール概要

NFC 機能は、モバイル電子機器への搭載が急速に進行している技術であり、スマートフォン等へのモジュール搭載を考慮すると小型化が必須であり、部品内蔵 B²itTM 配線板を応用し3次元実装構造化することで、モジュールの超小型化を実現している。

開発したモジュールは、厚さ 0.48mm の 7 層受動チップ部品内蔵 All-B²itTM 配線板を使用し、抵抗・コンデンサを計 14 個内蔵することでモジュールサイズ 8.0mm × 8.0mm × t1.5mm を実現している。図 11 に、開発したモジュールの外観と部品の内蔵状態と断面構造を示す。マザーボードへ 2 次実装するための端子形状は LGA となっており、はんだで 2 次実装して使用する。

5.2 3次元実装モジュールの信頼性

3次元実装モジュールの信頼性試験評価は、モジュールとしての機能に関する信頼性と、マザーボードへの実装状態での実装信頼性が重要であり、それぞれの試験評価サンプルを準備し実施した。

機能信頼性試験については、前記の3次元実装構造の NFC モジュールをマザーボード上に実装したサンプルを用い、無線通信を行える所定の測定環境下で、通信距離の変化、待機時、駆動時および無線通信時の消費電流の変化を、各試験の実施前後で測定し実施した。

3次元実装モジュールの実装信頼性試験に

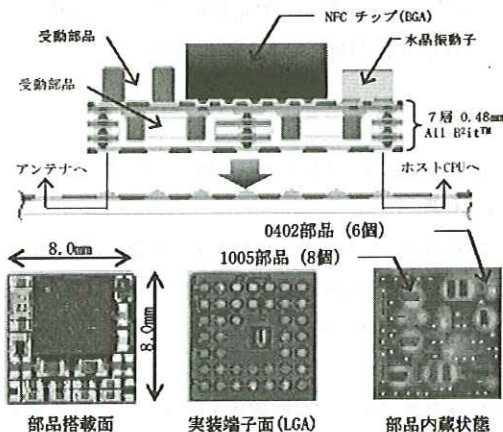


図11 3次元実装構造のNFCモジュール

については、前記 NFC モジュールと同一構造、同一材料、同一サイズの3次元実装構造の TEG (Test Element Group)を作成しマザーボードに実装した状態で、マザーボード→部品内蔵 B²itTM 配線板→内蔵受動チップ部品→表面実装電子部品の間でデジチェーンを構成し、このデジチェーンの抵抗値変化を、各試験の実施前後で測定し実施した。図12に実装信頼性 TEG の構造を示す。

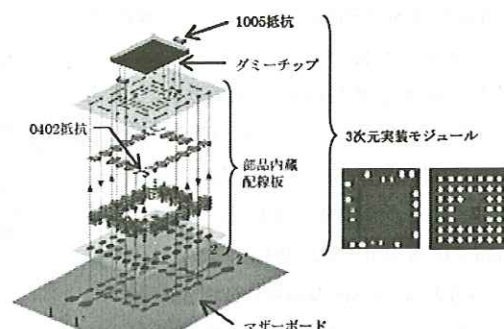


図12 3次元実装信頼性評価TEG構造

信頼性評価結果のまとめを表3に示す。機能信頼性、実装信頼性とも、一般的に要求される試験条件において全く問題のない結果であり、開発した NFC 機能の3次元実装モジュールは、実用十分な信頼性を確保していることを確認した。

表3 3次元実装モジュールの信頼性評価結果

試験内容	評価項目	試験項目・条件	試験結果
機能信頼性	通信距離	温度サイクル試験(-40℃30分⇔125℃30分)1000サイクル	PASS
		高温高湿試験(85℃85%RH)1000時間	PASS
		高温放置試験(125℃)1000時間	PASS
	消費電力	低温放置試験(-40℃)1000時間	PASS
		温度サイクル試験(-40℃30分⇔125℃30分)1000サイクル	PASS
		高温高湿試験(85℃85%RH)1000時間	PASS
実装信頼性	抵抗値変化	高温放置試験(125℃)1000時間	PASS
		低温放置試験(-40℃)1000時間	PASS
		温度サイクル試験(-55℃30分⇔125℃30分)1000サイクル	PASS
		高温高湿試験(85℃85%RH)1000時間	PASS

6. まとめ

当社では、各種モバイル電子機器の軽薄短小化と多機能・高性能化を実現するための、「省スペース実装技術」の重要な役割を担う部材として、全層ランダムビア構造やスタックビア構造を容易に実現できるオリジナルの高密度ビルドアップ配線板である B²itTM 配線板を1996年から量産提供し、さらに各種の電子部品を配線板内に内蔵し、3次元実装構造で超高密度実装を実現する部品内蔵 B²itTM プリント配線板をいち早く量産提供することで、各製品世代ごとの「省スペース実装」の実現に努めてきた。

今回、スマートフォンやタブレットPCの登場を背景とする、昨今のモバイル電子機器の薄型化や機能のモジュール化の方向性に対応する最新の開発動向として、部品内蔵 B²itTM 配線板の薄型化と3次元実装モジュールへの応用について報告した。

今後も、B²itTM 配線板の微細化や、内蔵部品や工法・構造のバリエーション拡大、設計・シミュレーション技術等のトータル技術の開発を進め、部品内蔵 B²itTM 配線板がより使い易い技術となるよう推進するとともに、部品内蔵 B²itTM 配線板応用の3次元実装モジュールの提供等を含め、電子機器やモジュール製品の小型化、高性能化、高信頼化に対応してゆく予定である。

参考文献

- [1] 笹岡賢司他, “チップ部品内蔵配線板の開発” 第15回マイクロエレクトロニクスシンポジウム論文集, pp.169-172, 2005年10月
- [2] 笹岡賢司他, “能動部品と受動チップ部品の同時内蔵ビルドアップ配線板の開発” 第16回エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術シンポジウム Mate2010 論文集, pp.369-374, 2010年2月
- [3] 島田修他, “部品内蔵基板を用いた小型3次元モジュール” 第24回エレクトロニクス実装学会春季講演大会論文集, 2010年3月
- [4] 勝原康彦他, “部品内蔵配線板を応用した3次元実装モジュールの開発” 第21回マイクロエレクトロニクスシンポジウム論文集, pp.201-204, 2011年9月

第2部 質疑応答

質問1: B²it基板にスルーホールを混在させることは可能か

回答: B²it基板は、スルーホールが少なくでコストメリットが出せるのが特徴だが、厚みが必要なものにおいては、ビルドアップ基板にスルーホール加工を組み合わせたことができる。

質問2: 外形形状が複雑なものでもシミュレーションソフトでシミュレーションできるか

また、図面出ししてからどれくらいの期間でサンプルを入手できるか

回答: 時計は形状が複雑であり、また穴の数の問題でシミュレーションソフトの対応はできていない。
リードタイムは設計で2週間～3週間。製造で約4週間。計約7週間で完成する。

質問3: ICはバックグラインドしたものを提供するのか

回答: ケースバイケース。予め薄く加工されたものを内蔵することも、ウェハを供給してもらってバックグラインドの対応も可能。ウェハレベル CSP のケースは、基本的に半導体メーカーが製品として保証するために最終製品にしたものを供給いただくケースが量産ケースとしてはほとんど。試作としてはバックグラインドの対応は可能

質問4: 市販品のチップのリフロー実装工程の場合、実装の推奨ランドがあるのか、小型化するための特別のランドがあるのか

回答: DNP の設計ルールでの対応が基本だが、小型化に向けて実装密度向上の取り組みはしている。

質問5: アナログ系の信号とデジタル系の信号が混在する基板において、量産実績の中でシールドで対応しているのか、あるいは回路上の工夫で対応しているか

回答: 量産ケースでは、ほとんどが受託加工なので、デジアナの分流については知らないが、モジュールで展開しているケースで言うと、設計上で電源とGNDの分離や干渉しない工夫をしている。

質問6: デジアナ混在基板で干渉を防ぐためのBit基板のノウハウは供給してもらえるのか

回答: 構造的な提案はできる。それが要求にマッチするか否かは検証の必要がある。

質問7: 携帯電話への採用例が多いが、高周波での伝達効率が良いという基板特性に着目されて実績が伸びているか?

回答: 基板単体ではそのような開示実績はないが、メーカー側でB²it基板の特性を生かした設計をされていると聞いている。

質問8: この基板を研究室用に数個レベルで試作した事例はあるか

回答: 本日の話は事業化を基本とした話ですが、これからの技術なので大学や国の機関等からの話をいただいており、対応している事例はある。

質問9: 環境配慮面で取り組んでいることはあるか。また、これから先に取り組んでいくことはあるか。

回答: 使用している材料は全て半田フリー、実装に関しては鉛フリーに全て対応している。ハロゲンフリーは携帯電話へのB²it基板対応当時から意識して取り組んでいる。

以上

解 説

Bluetooth Working Group の仕様策定活動について

小山 俊介 * 道 薦 聡 実 ** 松 王 大 輔 ***

1. はじめに

携帯電話やスマートフォン（以下、総じてスマホと扱う）の存在は近年の人々にはなくてはならないものとなり、様々な情報がスマホに集まっている。スマホは直接インフラに接続することができるので、集まる情報はユーザーにとって有益なものが多い。この情報を何とかして腕時計でも扱えないかを考えた。それは腕時計が体に身につける唯一のデバイスであり、インフラと接続は時計の将来を担っていると考えるからである。

スマホは周辺機器と接続する無線通信手段として Bluetooth を搭載していることが多く、以前から Bluetooth をうまく利用して時計でユーザーに新しいソリューションを提供することが考えられていた。しかし、消費電力の関係上、通常の腕時計のカテゴリとしては、やや制約の大きいものであった。

2. BLUETOOTH LOW ENERGY の登場

2006 年、Nokia 社は Bluetooth Low Energy（以後 BLE と略す）の前身となる Wibree という無線通信規格を提唱した。後にこの Wibree が Bluetooth と統合され BLE と姿を換えるが、時計会社 3 社は設立当初からこの技術の規格化を推進した。規格を推進した理由は、BLE は従来の Bluetooth に比べ、以下のことが優れているからである。

低消費電力 — 通信の冗長なオーバーヘッドをなくし、機能を簡略化することで、消費電力が従来の Bluetooth の 1/5 までカットされている。

シンプル — 今まででは用途によってデータのやり取りを取り決め、機能が煩雑になりがちだったが、基本的なデータを共通化するフレームワークを提供し、これを簡単な Profile として Spec 化することで、実装が容易になった。

* セイコーエプソン(株) ** カシオ計算機(株) *** シチズン時計株式会社

BLEの登場によって、今までは携帯電話と車載機の組み合わせが人気だった Bluetoothの世界にも、腕時計で実現できるユースケースを描けるようになった。つまり、時計も情報を扱える下地が整ったのである。

3. BLUETOOTH SIG メンバーとしての活動

Bluetoothは世界基準で共通化を図った無線の世界標準通信規格である。このBluetooth標準規格はBluetooth Special Interest Group (SIG)という非営利団体のメンバーにより策定、承認、運営されている。Bluetoothの仕様を策定・実装するために世界中のさまざまな企業が参加しており、各参加企業はBluetooth SIGのメンバーとなる人員を登録している(2010年のメンバー数は13,000超。搭載機器総数予測20億台/2012年*)。

Bluetooth SIG内には共通のソリューションを目指した企業がメンバーを出し合って結束されたWorking Group (WG)という小さなグループ組織が存在する。様々なWGが自身の役割を果たすことで、仕様の策定や承認を行っている。我々時計会社は、Personal User Interface Working Group (PUID WG, 当初Watch WGとしてスタートした)を立ち上げ、ウオッチに搭載するのに適したBLEの仕様に特化した新しいソリューションをユーザーに提供する活動を進めた。

具体的には、プロファイルと呼ばれる標準仕様を作り上げる作業を行った。プロファイルとはBluetooth機器同士で同じ目的の機能を達成するために、必要な取り決めを仕様化したものである。例えば、Bluetoothの代表的な用途であるハンズフリー機器は、スマホ側とヘッドセット側が共に共通のHands Free Profileを実装しているので、互いに通信をすることができる。

4. プロファイルの策定

時計会社3社は、時計に情報を集めた情報を還元することで、ユーザーに新しい体験を提供するために以下のプロファイルをPUID WGの活動を通して策定した。

- Proximity Profile
- Time Profile
- Phone Alert Status Profile
- Alert Notification Profile

PROXIMITY PROFILE

携帯電話の置忘れを知らせることが可能なプロファイルである。

携帯電話と時計は、基本的に常時リンクしており、リンクが切れそうときや、切れたときに知らせるためのプロファイルである。

FIND ME

携帯電話の置忘れ防止用のサーチ機能をウォッチを利用して実現できる。

近くにあるはずだが見当たらないスマートフォン・携帯電話に対して、ウォッチのボタンを押すと、アラートで居場所を答えてくれる、というシンプルな機能。Key Fob などのアクセサリを操作して携帯の場所を探すという実施例もあるが、ウォッチに実装すれば余計なアクセサリはいらなくなる。

TIME PROFILE

時計の時刻補正を、携帯電話から行う仕組みを提供する。時計に時刻補正を行う方法については、さまざまな方法がある。近年では、LF（長中波）帯の電波送信所からの時刻補正を受けて補正する方法が一般的である。この方法では、正確な時刻を得ることはできるものの、日中の受信や、空港などでの受信が難しいなど、海外渡航時の時刻補正には利用できない場合がある。また、電波送信所の所在地が限られているため（日本、米国、欧州、中国など）、限られた地域でしか利用できなかった。GPS を利用する方法もあるが、消費電力、屋内での受信が難しいなど、まだ、一般的ではなかった。

今回、策定したプロファイルでは、携帯電話の時刻、時間帯、DST（サマータイム）などが正確なことを利用して、携帯電話の時刻情報を時計に送り出す仕組みを目標として規格化を行った。

PHONE ALERT STATUS PROFILE

Phone Alert Status Profile は携帯電話のアラート（着信音等）に関する機能をウォッチ上でも操作可能にする機能である。携帯上のマナーモード・通常モードの切り替え、およびその状態の確認、また、携帯に着信があった場合のアラートまたはバイブレータの動作の報知、携帯上のアラートに対する鳴り止めなどが、携帯自身を操作することなくウォッチを操作することにより可能となる。

ALERT NOTIFICATION PROFILE

Alert Notification Profile は携帯電話にきた着信やメール受信などの通知イベントを、時計側にお知らせするプロフィールである。着信・受信のイベントの他に、スマホにきた着信やメールが「誰から」なのか、スマホに残っている未読件数は何件なのか、といった情報も時計から知ることができる。

5. PUID 策定のプロファイルがユーザーに提供していること

今までは時刻を表示し、ユーザーの嗜好を表現するファッション・ジュエリーアイテムだった時計が、時刻以外の時計の外から来た情報を扱い、通信相手の簡単な制御までを実現できるようになった。ユーザーは BLE 対応の時計をすることで、携帯電話と比較してサイズの大きくなったスマホを鞆の中にしまうことができる。また、腕に密着した腕時計がお知らせすることで、確実にユーザーがそのお知らせに気づくことができる。ユーザーインターフェイス (UI) の乏しい腕時計の時刻修正を、タイムゾーン付きで UI のリッチなスマホから調整することもできるようになった。このように、PUID WG で策定したプロファイルは、今までの時計よりちょっと新しい体感をユーザーに提供している。

6. 今後の可能性

腕時計での BLE の利用は、今までの標準電波の受信や GPS 受信とは異なり、双方向での無指向性に近い通信を実現する。そのため、時刻を表示するといった出力のみを行っていたデバイスから、情報を他の機器に提供できるインフラの基礎が出来上がったことになる。人が「身につける」という腕時計の最大の特徴を BLE というインフラが可能性を無限大にする。例えば現在注目されているメディカル・フィットネス分野では、バイタルデータの取得・クラウド化、そしてサービスの産業化が熱望されている。「身につけている」腕時計は、人体の情報を扱うことには最も理に適った場所にある。

今後 BLE は、ほぼすべてのスマホに搭載され、BLE に対応する機器はどんどん拡大されていく (2016 年次予測 35 億台)。

7. 標準化作業を通じて

通信というと、いつも誤解を受けることは、その人が思い浮かべる通信の機能がどの通信システムにおいても実現できるだろうと思われてしまうことである。あるいは、通信したいときに通信したい内容を Wireless に自由にやり取りできると思われてしまうことである。

実際には標準化されたスペックにおいて誰が実装しても同じ機能が実現できるようにフォーマット、通信確立のためのパラメータを定義し、通信相手との役割 (role) と手順を定義する。これらは想定される Use Case を実現するために欠かすことはできない作業である。

一方、これらを厳密に定義することは、その定義にのっとりた通信以外の“自由な通信”はできないことを意味する。したがって、標準化されたシステムにおいて、自らの機器に望まれる機能・情報の内容を通信可能とするためには、その規格の中に、望まれる仕様を明確に記述し Spec として認証を受け、公の規格としなければならない。これが標準化の作業である。

活動を通して痛感したことは、自前の商品以外のものと通信をする新しいユースケースを実現するには、自ら未開拓分野の最前線に立って他社を巻き込み、標準化を押し進めるには体勢と体力が必要ということである。過去、Bluetooth の規格策定活動においても、日本のメーカー主体で規格化された標準仕様 (Profile) は無く、今回の規格化が初めてになるだろう (少なくとも Bluetooth においては)。今回の仕様策定が 3 社合同として可能になった背景として、各社に以下のような共通点があったことが考えられる。

- 1) ウォッチに情報通信機能を搭載する技術的困難度に対する理解
- 2) ウォッチの特性に合った仕様に特化するという方針
- 3) ウォッチにとって通信により生まれる付加価値への期待

これらの背景を共有することが出来たおかげで、仕様上の相違点を生むことなく、複数の Profile ドキュメントを分担して書き上げることができた。また、Profile の承認を得るためには、実際に Bluetooth 端末に策定しようとしている新しい Profile を実装して、相互互換性検証試験 (IOP, Interoperability Test) にて動作を保証する必要があった。この際にも日本語ベースで十分なコミュニケーションを取りながら行えたこと、また、当初 (2010 年) 標準となるプラットフォームも十分に揃ってはいなかった段階で特定のメーカーのプラットフォームを共通に調達して、実装検討したことも試験の効率化を助けた。

8. おわりに

PUID WG に参加して活動して得たことは、時計業界から一歩も二歩も飛び出した世界観である。携帯電話業界や PC 業界などのメンバーが主体の Bluetooth 業界は最先端の商品が集まっている場所であり、大変刺激的であった。何より国を跨いだメンバーが同じ WG として協力して活動していくので、作業自体が非常に国際的になる。ヨーロッパ、米国、アジア各時間帯に依りて電話会議を設定する必要がある

り、深夜や未明に電話会議を行うことも多く家族の協力も不可欠だった。家族にも謝意を表したい。また海外での会議では、時差ぼけや長時間の飛行での疲れ、慣れない海外での食事など、体力、気力がとても重要だった。

実際、Spec 策定の活動は、

- ・毎週の international な電話会議 (Webex 利用) での確認
- ・担当者の原稿の Working Group 内 Email ベースでの review (校閲)
- ・定期的 (2～3 か月に 1 度) に開かれる Face to Face Meeting (通称 F2F, WG メンバーが会議室などに集まり、3 日間程度缶詰状態で集中して作業を行う) での具体的な執筆
- ・English Native による添削

などから成る。これらの活動を経て標準ドキュメントとして完成する。

今回の活動で時計の世界の制約を考慮した公の規格が我々の作業によって策定された。これは時計業界以外の様々な製品が時計の制約を考慮した通信規格を実装することに他ならない。時計業界から参画した今回の標準化作業は、これに意味があると感じる。

今回の仕様策定が、一過性のものではなく時計業界全体を通じて、新しい潮流が生まれることを期待する。

・ ABI Research による

解 説

「時計技術解説」クォーツ時計

—— I. クォーツ時計概論 ——

長 尾 昭 一 *

1. はじめに

クォーツ腕時計が 1969 年に発売されてから、すでに 40 年以上が経過し、世界の時計数量のほとんどをクォーツ時計が占めています。機械時計しかなかった時代には、テレビやラジオの時報を頼りに、時計の針を合わせなおすことが、日常的な作業でした。クォーツ時計になってからは、時刻修正は稀な作業となり、さらに現在は、時刻修正はもとよりカレンダー修正の必要もない電波修正時計も増えていますが、これも水晶振動子を時間標準源とするクォーツ時計です。また、低電力で制御可能な水晶振動子と集積回路及び小型の電池やその他電子デバイスは、時計に限らず様々なエレクトロニクス製品に必要不可欠な技術要素で、クォーツ時計はこれら技術の発展に大きく貢献してきました。このように、クォーツ時計は生活及び社会環境に大きな影響を及ぼした技術アイテムであるといえます。ここでは、クォーツ時計の基本的な技術内容について、アナログクォーツ腕時計を中心に紹介したいと思います。

2. クォーツ腕時計普及の過程

クォーツ時計が登場する前に、ぜんまいに替わり電池をエネルギー源とする、多様な時計の研究と開発が行われました。その様子は、1950 年代から 1960 年代の日本時計学会誌でうかがい知ることができます。例えば、1966 年 No.38「訳報／電気腕時計」の序論には、「1952 年に欧米の新聞紙上で Lip 社及び Elgin 社の電子腕時計が報道されたとき、従来の腕時計はもうお終いだと多くの人々が思ったことは、いまだに記憶に残っている。」という記述があります。また、「12 年をすぎた今日、市場に出ている電気腕時計は数種のものに過ぎないし、またその品質はいずれも疑わしいものだと云って差支えない。」と続いています。この訳報は、1964 年 6 月にローザンヌで行われた国際時計会議の総括講演のものだそうです。実際に販売されたのは、1957 年のハミルトン社製が最初であったようです。

電池で動く腕時計の登場に驚き、これから腕時計が全く違うものになるかもしれないという喧騒と、発表から 12 年が経過しても状況の著しい変化がなく、祭りの後の静けさのような様子を感じ取ることができます。この数年後から、クォーツ腕時計の時代に突入し凄まじく普及して行くわけですが、当時そのように考えられる人は、そう多くはなかったと推測できます。

電気腕時計にはテンプなどの時間標準源とそれを駆動する電磁石が使われていますが、1950 年代はその ON-OFF に負荷の小さなメカ接点を用いており、その部分の信頼性確保に苦労があったようです。メカ接点から解放されるのは、腕時計でトランジスタが使えるようになる 1960 年頃から

* セイコーエプソン(株)

ですが、その頃にはテンプより精度の良い音叉を時間標準源とする腕時計が登場し、また卓上サイズではあるがより精度の高いクォーツ時計も登場しています。クォーツ腕時計が登場した 1969 年以降は IC 技術の導入により、低電力化と小型薄型化に一層拍車がかかり、今日に至っています。40 年以上経過した現在でも、クォーツ腕時計の基本的な構成があまり変化していないことを考えると、1950 年代から 1960 年代にかけての様々な技術変化の速度、及びそれに伴う時計の機構変化の速度が、いかに急激であったかが推しはかれます。

3. クォーツ時計とは

どんな構成の時計がクォーツ時計かという、一般的には水晶振動子を時間標準源にした時計ということになります。水晶振動子の歴史は、1880 年のキュリー兄弟による水晶の圧電現象の発見に始まったといえますが、実際に水晶発振器として確立されるのは 1920 年代初期になります。無線通信に必要な高周波発振器としての利用が目的でした。クォーツ時計が登場するのは 1920 年代の後期ですが、真空管で構成されていたので大型冷蔵庫ほどの大きさでした。小型化が始まるのは、トランジスタが使えるようになる 1960 年頃からで、1961 年に行われたニュージャセリ天文台の国際時計コンクールに、初めて卓上サイズのクォーツ時計が登場しました。年ごとにサイズが小さくなり、1969 年の腕時計の発売に至ります。

4. クォーツ腕時計の基本構成

ここでは、一般的なアナログクォーツ腕時計の基本構成を紹介します。

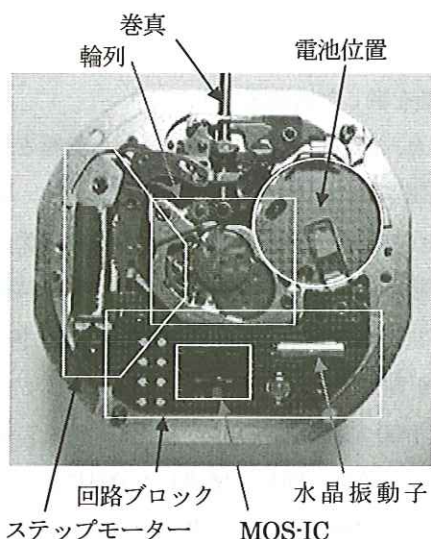


Fig.1 クォーツ腕時計のメーブメント

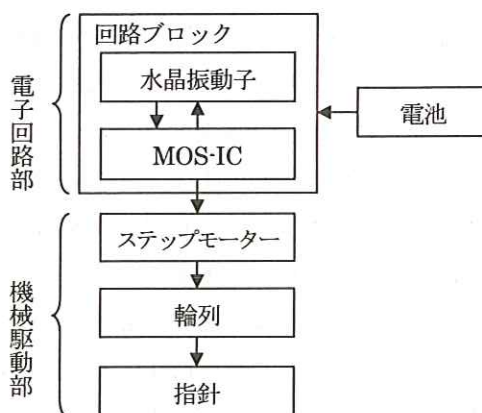


Fig.2 クォーツ腕時計の構成

Fig.1は、クォーツ腕時計のムーブメントを時計の裏蓋側から見た写真です。中身が見えるように、輪列を軸受けする輪列受など、いくつかの部品及び電池を外してあります。また、Fig.2は各ブロックの関連を示したもので、モーターの駆動信号を作り出す電子回路部と、モーターから指針までの機械駆動部に大別することができます。

回路ブロックは、MOS-ICと水晶振動子などが実装され、水晶を振動させる発振回路部と、高周波信号を低周波に変換する分周回路部と、ステップモーターの駆動信号を作る駆動回路部を持っています。発振回路によって水晶振動子が32,768Hzで振動するので、それを分周回路で整数分の一ずつ繰り返し低周波の信号に変換し、駆動回路でステップモーターを動かす1Hzの駆動信号を作り出します。

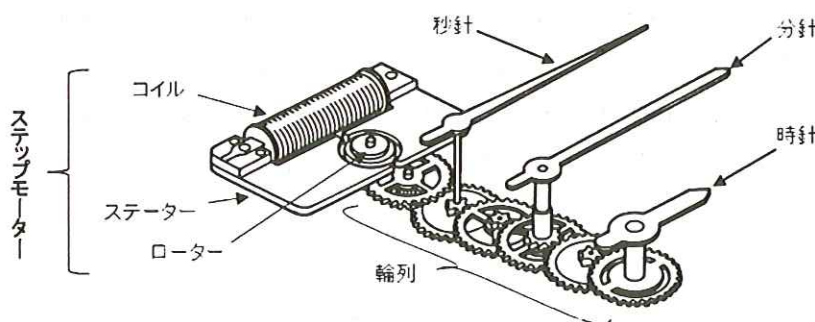


Fig.3 機械駆動

Fig.3は、ステップモーターから指針までの機械駆動部を表した構造図です。ステップモーターは、円筒形の永久磁石を持つローターと、高透磁率材のコイルコアに巻線されたコイルと、コイルで発生する磁束をローターへ導く高透磁率材のステーターで構成されます。駆動信号によってコイルに電流が流れるとコイルは電磁石となり、ローターの磁石を取り囲むステーターに磁極が発生します。ローターの磁石はN/S一対の磁極を持っているので、ステーターに発生した磁極の作用でローターが回転動作します。ローターは1回の駆動信号で180°回転するように構成されています。ローターの回転を、指針に伝達するのが輪列です。ローターが180°回転し、その回転を秒針が6°回転するように1/30に減速し、さらに1/60に減速して分針、さらに1/12に減速して時針へと伝達します。機械時計が、ぜんまいの入った香箱車の回転を増速して分針に伝え、さらに増速して秒針に伝える増速輪列であるのに対し、クォーツ腕時計はローターの回転を減速して指針に伝える減速輪列になります。

この他にも水晶振動子の周波数を調整する緩急手段、時刻修正の際に駆動信号を停止するリセッ

トスイッチなどが必要となりますが、次号から2回に分けて電子回路部と機械駆動部を紹介する予定です、その中で触れたいと思います。

5. クォーツ腕時計の普及

1969年に登場したクォーツ腕時計は、ムーブメントサイズが直径30mm/厚さ5.3mmという少し大きめなものでしたが、その後急速に小型薄型化が進められ、10年ほどで紳士用から婦人用までラインナップされています。小型薄型化を目指した技術開発は多岐にわたりますが、その多くは低消費電力化を目指したものです。小型薄型化には、電池の小型化が必要不可欠だったためです。

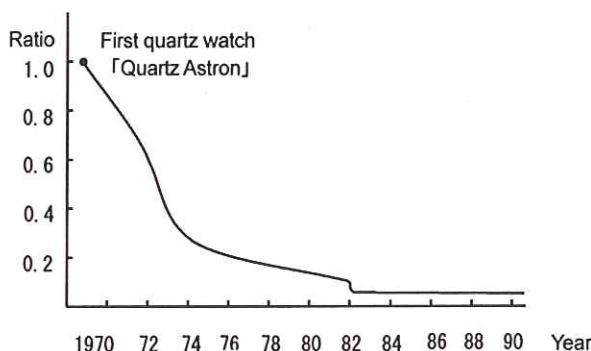


Fig.4 消費電力の推移

Fig.4 は、クォーツ腕時計の消費電力の推移を比率で表したものです。最初の製品の消費電力は30 μ W近い値でしたが、10年あまりで30分の1程度まで減少するとともに、電池そのものの容量アップもあり、電池の小型化が進みました。水晶振動子や回路及びステップモーターも小型化され、機械時計を凌ぐ小型薄型化を果たし、クォーツ腕時計は多様なデザインの商品を世に送り出しました。小売価格も、最初こそ当時のファミリーカーに匹敵する高額なものでしたが、瞬く間に機械時計と遜色ないものとなり、全世界に広まっていきました。

6. おわりに

日本時計学会誌の1977年No.83には、クォーツ腕時計を中心に現状を把握し今後を展望する論文が特集されています。論文「水晶腕時計の現状と展望」では、水晶腕時計の将来として高精度と電池寿命についての記述があります。高精度については「電波時計の如く、外部標準により規正する方式も考えられるが、消費エネルギーの壁は厚く、当面は水晶振動子、発振回路周辺の改良に頼るのが一番であろう。」という記述があり、電池寿命については「エネルギーに関する限りメンテナンスフリーの時計が大勢を占めるであろう。」とあり、一例としてソーラーが挙げられています。

まさに現在、ソーラー電波修正時計が重宝される時代であり、かつて夢のように思えた技術が見事に実現される様を目の当たりにすると、クォーツ腕時計は今後もさらに進化し続けるのではないかと期待が膨らむばかりです。

参考文献

川中 洋，訳報／電気時計の分析，日本時計学会誌 No.5（1958 年）

川中 洋，訳報／リップの電池腕時計が今や販売を開始した，日本時計学会誌 No.10（1959 年）

オリエント時計 KK 研究部，訳報／プロバ電子腕時計，日本時計学会誌 No.17（1961 年）

福与人八，解説／水晶時計，日本時計学会誌 No.37（1966 年）

内藤敏夫，訳報／電気腕時計，日本時計学会誌 No.38（1966 年）

小森 亨，水晶腕時計，日本時計学会誌 No.61（1972 年）

小口 昭，水晶腕時計の現状と展望，日本時計学会誌 No.83（1977 年）

解 説

日本の時計産業の概況 2011 年

勢 浩 *

目 次

ウォッチ完成品（グローバルオペレーション）

- 1-1 日本のウォッチ完成品総出荷（輸出＋国内出荷）数量の推移 [機種別]
- 1-2 日本のウォッチ完成品総出荷（輸出＋国内出荷）金額の推移 [機種別]
- 1-3 日本のウォッチ完成品輸出の推移 [機種別]
- 1-4 2011 年の日本のウォッチ完成品輸出 [地域別構成比]
- 1-5 日本のウォッチ完成品国内出荷の推移 [機種別]
- 参考 世界のウォッチ生産の推移（推定値）

クロック完成品（グローバルオペレーション）

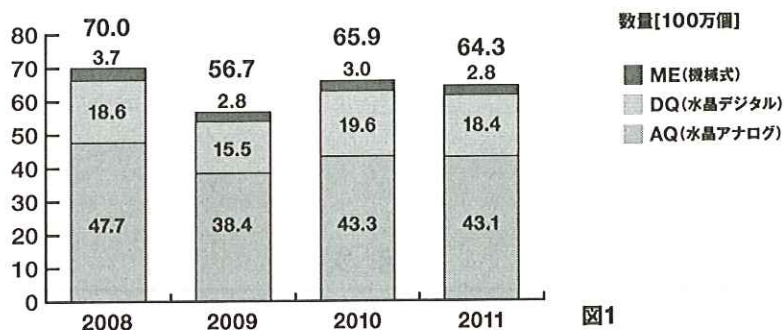
- 2-1 日本のクロック完成品総出荷（輸出＋国内出荷）数量の推移 [機種別]
- 2-2 日本のクロック完成品総出荷（輸出＋国内出荷）金額の推移 [機種別]
- 2-3 日本のクロック完成品輸出の推移 [機種別]
- 2-4 2011 年の日本のクロック完成品輸出 [地域別構成比]
- 2-5 日本のクロック完成品国内出荷の推移 [機種別]
- 参考 世界のクロック生産の推移（推定値）

(注)

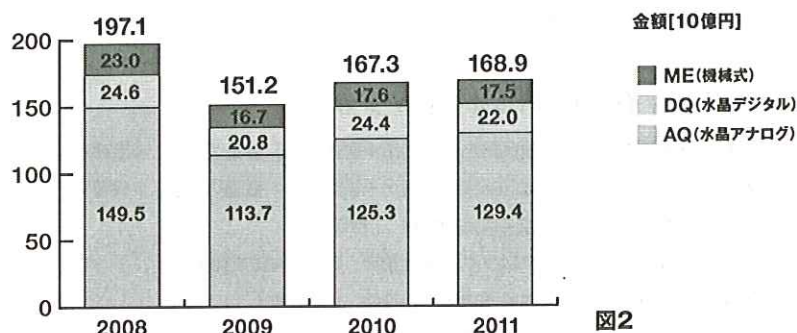
・日本のグローバルオペレーション：日本の時計企業の海外生産・出荷を含む事業活動

* 一般社団法人 日本時計協会

1-1 日本のウォッチ完成品総出荷(輸出+国内出荷)数量の推移 [機種別]

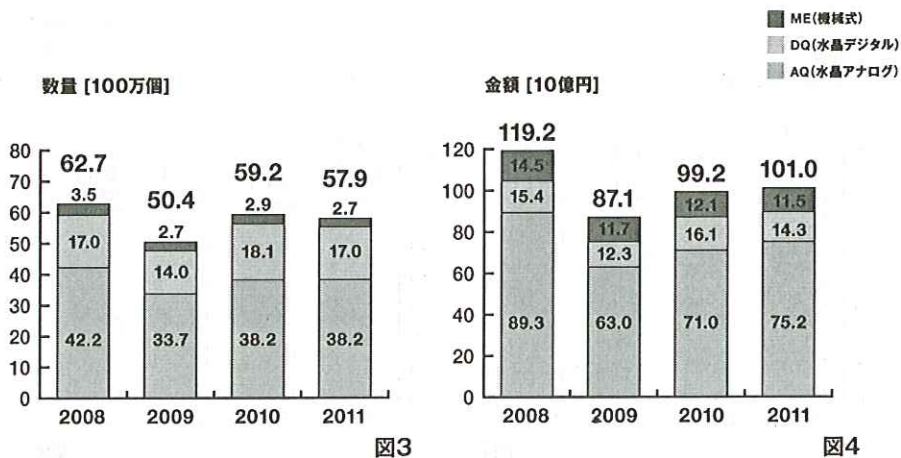


1-2 日本のウォッチ完成品総出荷(輸出+国内出荷)金額の推移 [機種別]

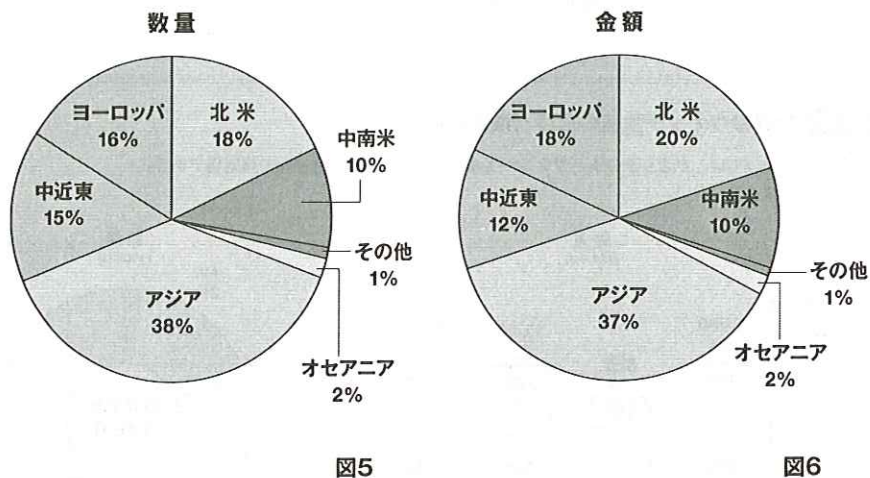


- 2011年日本の時計メーカーによるウォッチ完成品の総出荷(海外からの出荷を含む)は、数量64.3百万個で前年比2%減、金額1,689億円の同1%増であった。
- 機種別数量では、水晶アナログが前年並み、水晶デジタルが-6%、機械式は同-7%であった。
- 参考値として、2011年の完成品とムーブメントの合計の出荷は、数量624百万個(前年比7%減)、金額2,302億円(同2%増)であった。

1-3 日本のウオッチ完成品輸出の推移 [機種別]

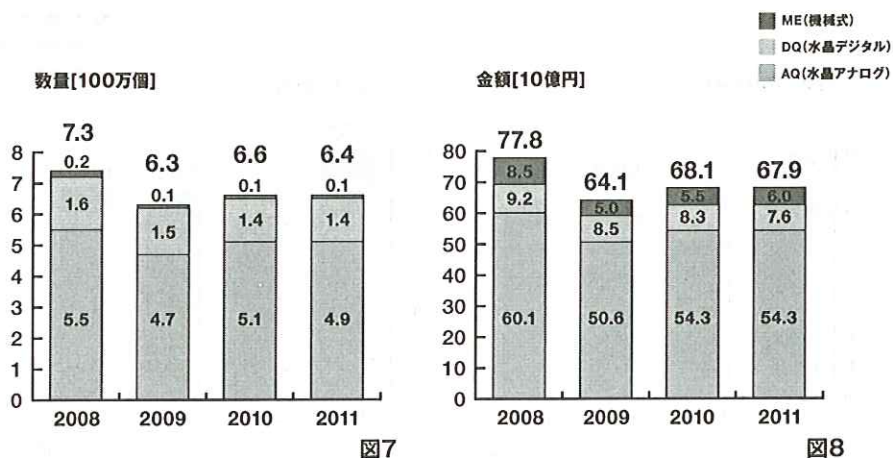


1-4 2011年の日本のウオッチ完成品輸出 [地域別構成比]



- 2011年日本の時計メーカーによるウオッチ完成品の輸出(海外からの出荷を含む)は、数量57.9百万個で前年比2%減、金額1,010億円と同2%増であった。
- 完成品の主な輸出先の対前年金額比較では北米・アジア向けが増加し、欧州向けは前年並みであった。

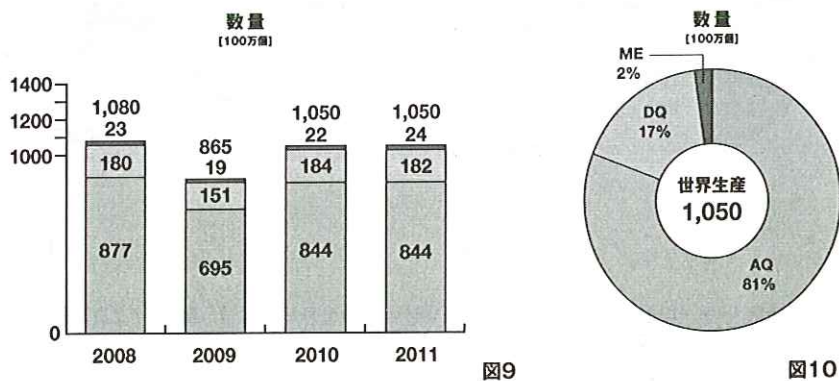
1-5 日本のウォッチ完成品国内出荷の推移 [機種別]



- 2011年日本の時計メーカーによるウォッチ完成品の国内出荷は、数量6.4百万個で前年比3%減、金額679億円で同横ばいであった。
- 国内出荷に占める電波修正時計の構成比は、数量で23%、金額で42%であった。

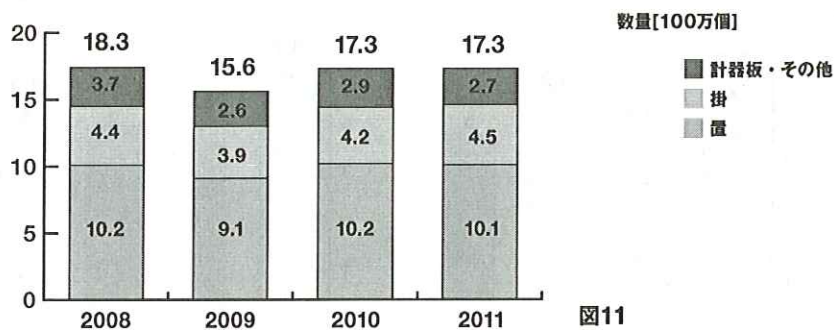
参考 世界のウォッチ生産の推移 (推定値)

世界生産については、ウォッチのムーブメント生産に基づく、日本時計協会の推定値である。
公式データは存在しない。

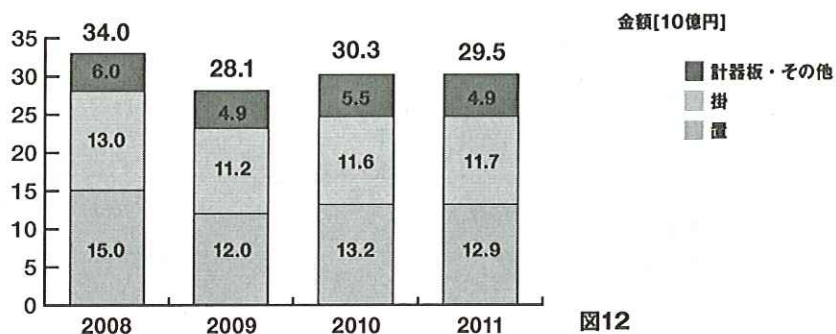


- 2011年の世界のウォッチ総生産は、数量ベースで前年並みの1,050百万個であったと推定される。
- 機種別では、水晶デジタルが前年比1%減少し、機械式が同9%増加したと推定される。

2-1 日本のクロック完成品総出荷（輸出+国内出荷）数量の推移 [機種別]

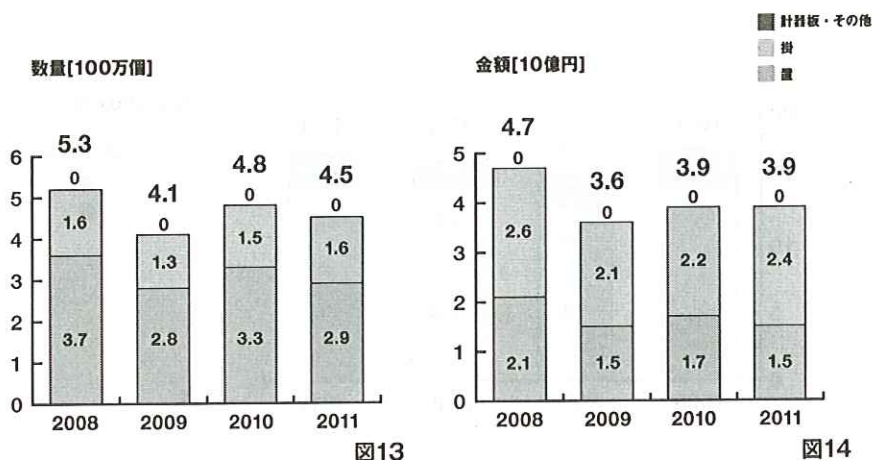


2-2 日本のクロック完成品総出荷（輸出+国内出荷）金額の推移 [機種別]

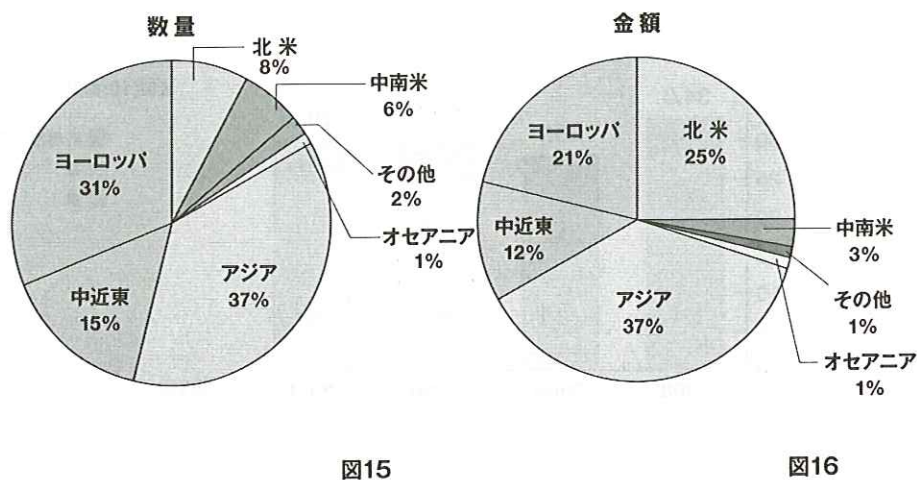


- 計器板・その他は、計器板及びその他のクロックを含む。
- 2011年日本の時計メーカーによるクロック完成品の総出荷（海外からの出荷を含む）は、数量が17.3百万個で前年比横ばい、金額は295億円と同3%減となった。
- 機種別数量では、置時計が前年比1%減、掛時計が同7%の増加であった。
- 参考値として、2011年の完成品とムーブメントの合計の出荷は、数量23百万個（前年比3%増）、金額302億円（同2%減）となった。

2-3 日本のクロック完成品輸出の推移 [機種別]



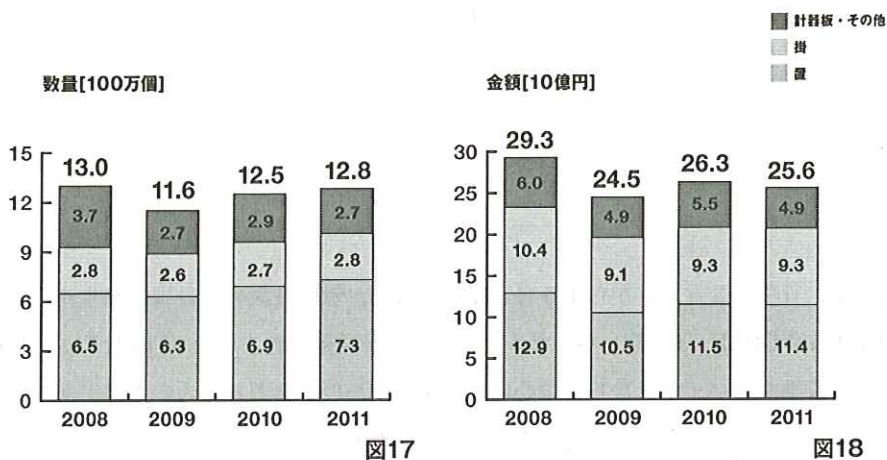
2-4 2011年の日本のクロック完成品輸出 [地域別構成比]



●2011年 日本の時計メーカーによるクロック完成品の輸出(海外からの出荷を含む)は、数量4.5百万個で前年比8%減、金額39億円で同2%減であった。

●完成品の仕向先別輸出動向では、北米向け金額が前年比増となった。

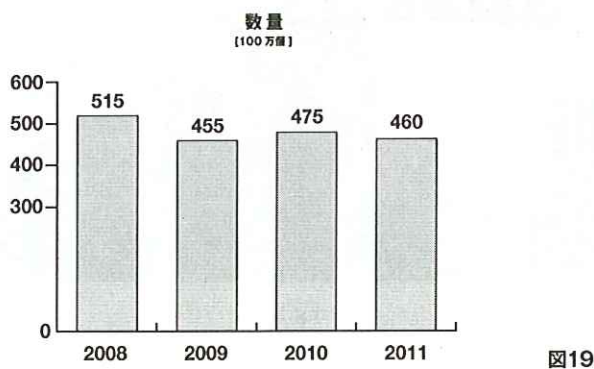
2-5 日本のクロック完成品国内出荷の推移 [機種別]



- 2011年日本の時計メーカーによるクロック完成品の国内出荷は、数量12.8百万個で前年比3%増、金額は256億円と同3%減であった。
- 国内出荷に占める電波修正時計の構成比は、数量で48%、金額で57%であった。

参考 世界のクロック生産の推移 (推定値)

世界生産については、クロックのムーブメント生産に基づく、日本時計協会の推定値である。
公式データは存在しない。



- 2011年の世界のクロック総生産は、数量ベースで前年比3%減の460百万個と推定される。

注)

- 図1～19は日本時計協会の統計に基づく
- 金額は、輸出はFOB、国内出荷は税抜き売り渡し価額
- AQは水晶コンピネーションを含む水晶アナログ、DQは水晶デジタル、MEは機械式時計

トピックス

BASEL WORLD 2012 レポート

上田 孝之*

1. 概要

例年より早い日程で3月8日から15日までの8日間、世界最大の時計宝飾見本市「バーゼル・ワールド BASEL WORLD」(通称: バーゼル・フェア)が開催されました (Fig.1, Fig.2, Fig3)。

今年は世界各地からバイヤーたちを中心に昨対比 101%の10万4千人の入場があり賑わいました。メディア関係者数は新記録となる昨対比 109%の3320名に達しました。

会場の改装にともない、来年は各社新しいスタンドに衣替えすると思われることから、今年の各社のバーゼルスタンドは従前と同じものでしたが、多くのブランドで商品の見せ方など新たな手法がとりいれられていました。全体としてはいつになく賑わっていたという印象です。新興国からのお客様が増加している傾向も続いています。



Fig.1



Fig.2



Fig.3

(Fig.1, Fig.2, Fig3 バーゼルワールド公式ページ <http://www.baselworld.com/>)

2. 全体の傾向

クラシックテイスト、リバイバルは継続されていましたが、今年の傾向として「華やかさ」や「モダン」が加わっているようでした。

Hublot の MagicGold, Omega の CERAGold などセラミックベースでの新素材がめだちました。

男持ちは、ここ数年の大きなケースサイズトレンドは今年も継続しており、女持ちは拡大傾向、変形が増えていますが、女持ちは特にオーバル形状の見切りが増加しています。

LB では女持ちに紫色など中間色、発色の良い赤、ピンクも多く、白は各社出品しています。男持ちではラバーバンドが多く、LB は下火になっている印象です。色は各色展開が見られますが、高級品ではシックな色合いを使用しています。

Tissot や RADO など 10～15 年前に流行した近未来スポーツモデルの提案が出ていました。

3. セイコーの取り組み

セイコーのスタンドは Hall1.0 Hall of dreams に位置し、"The Cube"と銘打った3階建ての建築物です。SEIKO のブランドコンセプトである「革新と洗練」を表現した現代感覚あふれるスタンドは、「モダン&コンフォート」をテーマにデザインしています (Fig.4)。時計・宝飾業界において幅広く評価され、ドイツの ADAM 賞を受賞しました。今回も「革新と洗練」に沿った展示を行いました。



Fig.4

グランドセイコー メカニカルハイビート 36000

より安定した精度を実現する毎時 36000 振動のメカニカルムーブメントを搭載した「グランドセイコーメカニカルハイビート 36000」。18K のイエローゴールド、ホワイトゴールド、ピンクゴールドモデル 3 機種をすべてレザーストラップ仕様で発売 (Fig.5, Fig.6)。



Fig.5



Fig.6

ソーラーGPSウォッチ「セイコー アストロン」

世界で初めて、地球上のあらゆる場所で、いつでもすばやくユーザーの位置情報を特定し、現在地時刻を取得するソーラーGPSウォッチを発表。世界の全 39 のタイムゾーンに対応し、ユーザーが時差やタイムゾーンを知らないときも、ボタン操作ひとつで、いつでも正確な「時」を得ることができる商品です (Fig.7)。



Fig.7

参考資料) <http://www.baselworld.com/>

製品紹介

世界初！ケースサイドから光を取り込み発電する時計

「エコ・ドライブ リング」の誕生

～無限の光を吸収し、時を刻み続ける～

シチズン時計株式会社(本社:東京都西東京市、社長:青柳良太)は、2009年発表のコンセプトモデルから、シチズン『Eco-Drive DOME(エコ・ドライブ ドーム)』が2010年6月製品化されたのに続き、この度、シチズン『Eco-Drive RING(エコ・ドライブ リング)』を製品化し、世界限定250個の数量限定で、2012年2月8日から発売しました。

「シチズン エコ・ドライブ リング」

- 発売日:2012年2月8日
- 価格 :メーカー希望小売価格 ¥399,000(税込)
- 数量 :世界限定個数250個(シリアルナンバー入り)

毎年行われる、バーゼルワールド※1 において、2009年からプロダクトポリシーである「技術と美の融合」の象徴として、また、独自技術である光発電エコ・ドライブ※2 の未来の姿として、コンセプトモデルを全世界に向けて発表しています。2012年時点で8モデルのコンセプトモデルを発表。「エコ・ドライブ リング」は、昨年の「エコ・ドライブ ドーム」に続いての製品化となります。

「エコ・ドライブ リング」は、世界で初めて※3 ケースサイドから光を取り込み発電する、斬新な発想が生み出したエコ・ドライブウォッチです。光で発電するエコ・ドライブのしくみをデザインに取り入れ、その構造自体を美しい造形として表現することをコンセプトとしました。そして、光を文字板からではなく、ケースの側面から取り込み発電するという従来の常識を覆す方法を採用し、その側面をデザインの主体として表現しています。

“サイドビューを主体とするデザインとディテールへのこだわり
モダン建築をモチーフとしたケース側面“

●サファイアガラスで包みこんだ、リング状のソーラーセル
ケース側面に配置されたリング状のソーラーセルを、コインエッジ風の装飾で覆い、カーブサファイアガラスで包み込みました。通常のケースの中に配置され見ることのできない受光構造を、デザイン要素のひとつとして取り入れています。



●ケースとバンドをつなぐ中空状のラグ

側面から光を取り込みやすくするためにラグ※4 の内側に空間が創り出された、中空状のラグが生まれました。ステンレスの塊からひとつずつ削り出し、ラグの内側まで丁寧に磨いています。

“光の層を表現した文字板”

●金属文字板

通常は、文字板の下にソーラーセルを配置するため、文字板は光を通す素材に限られてきました。しかし、ケースサイドにソーラーセルを配置することで、金属を使った文字板の使用を可能にしました。金属ならではの細密な仕上げにより、高品位な表情を創り出し、光の層を表現しました。



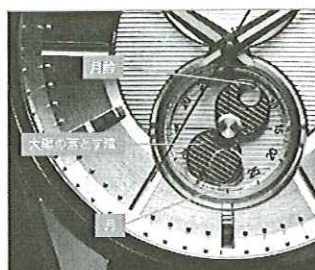
●立体インデックス

時を示すインデックスは、上から見るとスティック状であるものが、側面から眺めると立体的なアラビア数字が姿を現します(2,4,8,10 時位置)。ケース同様に、側面から見られることを意識したデザインです。

●新表現のムーンフェイズ

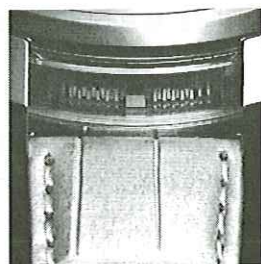
6 時位置にある鏡面の月を、回転する陰で覆うことによって、満ち欠けを表示。

そのしきみをデザインに取り込んだ、スケルトン仕様のムーンフェイズです。



“オリジナルカラーのバンド”

シルバー調のダイヤルカラーにマッチしながら、新鮮味を感じさせる、パールコーティングされたブルーグレーを採用。クロコダイルの原皮から染め上げ、重厚感をもたせるために、厚仕立てのストラップに極太のステッチを施しています。



【商品仕様】



商品名	シチズン『エコドライブ リング』
商品番号	BU1020-08A
ケース/バンド素材	ステンレス(デュラテクト※5)/ワニ革
文字板	シルバー
ガラス	デュアル球面サファイアガラス(無反射コーティング)
駆動時間	(フル充電時約 6 ヶ月可動)
時間精度	月差±15 秒
主な機能	光発電エコドライブ/日付表示/ムーンフェイズ
ケースサイズ	ケース径 44.4mm/厚み 15.8mm(設計値)
防水機能	5 気圧防水

※1 パーゼルワールド: スイス・パーゼルで毎年春に開催される世界最大級の時計・宝飾展示会で、シチズンの出展は 2012 年で 27 年目となります。

※2 エコ・ドライブ: 定期的な電池交換不要の光発電時計で、シチズンの機能ブランドです。時計で初めて「エコマーク商品」に認定されました。

※3 2011 年 12 月時点 当社調べ。

※4 ラグ: ベルトとケースを連結するための接合部分

※5 デュラテクト: シチズン独自の硬質化技術により、ステンレスやチタンなどの金属表面硬度を高め、優れた耐摩耗性により、すりキズや小キズから時計本体を守り、素材の輝きを長期保つ技術の総称です。

©エコ・ドライブおよびデュラテクトはシチズンホールディングス株式会社の登録商標または商標です。

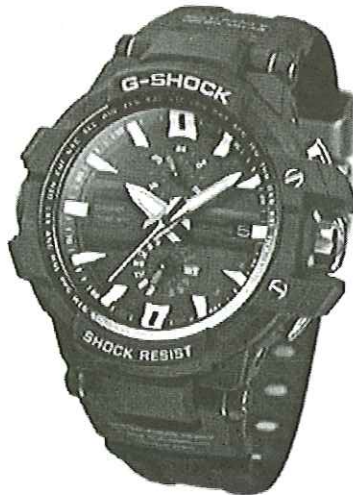
製品紹介

製品紹介

タフネス性能と操作性を両立したパイロット仕様の“G-SHOCK”

多彩な機能を簡単に使いこなせる「Smart Access」を“G-SHOCK”に初めて搭載

カシオ計算機株式会社



GW-A1000

カシオ計算機は、耐衝撃ウォッチ“G-SHOCK”の新製品として、耐衝撃、耐遠心重力、耐振動性能を備え進化したタフネス構造「TRIPLE G RESIST」と、スムーズな操作を可能にする「Smart Access」を搭載したパイロット仕様の『GW-A1000』（2機種）を7月31日より発売します。

『GW-A1000』は、過酷な環境下でパイロットが瞬時に必要な情報を得られるよう、多彩な機能を搭載しながらも、スムーズな使い心地を実現した“G-SHOCK”です。

従来の耐衝撃性能に加え、耐遠心重力、耐振動の3つの性能を備えたタフネス構造「TRIPLE G RESIST」

を採用しました。モジュールの外周や裏面をゲル状の素材で囲むことで、航空機の操縦時などに発生する激しい振動がモジュールに伝わるのを低減し、振動加速度 20G までの耐振動性能※を実現しています。

さらに、コックピット内での使用を想定し、直感的な操作を可能にする「Smart Access」を“G-SHOCK”で初めて搭載。電子式リユーズスイッチによる操作性と、時針・分針・秒針をそれぞれ別のモーターで駆動させることでストレスのない運針を可能にしました。りゅうずの操作によりワールドタイムの都市設定ができるほか、簡単なボタン操作でホームタイムとワールドタイムの入れ替えや、フライト時にパイロットにとって必須となる UTC（協定世界時）への切り替えが行えます。計測中のストップウオッチを一度のボタン操作でリセット/スタートできるフライバック機能や、温度計測機能なども搭載しました。

※ 自動車部品振動試験方法（JIS D1601）を参考とした当社の試験方法による。

パイロットが操作しやすいよう設計された大型のりゅうずは、ロック/解除を確実にできるクイックロック機構を新たに採り入れると同時に、衝撃にも耐えられるようベゼルで両端をガードしています。また、コックピットの計器をイメージした大型の文字板は立体的なインデックスを採用したほか、太めの針や時字部分に蓄光塗装を施すことで視認性を高めました。

【主な仕様】

性 能 : 耐衝撃性能、耐遠心重力性能、耐振動性能、20気圧防水

電波受信方法 : 自動受信（最大 6 回／1 日、中国のみ最大 5 回／1 日）、手動受信

JJY（日本）；40kHz（福島局）/60kHz（九州局）、BPC（中国）；68.5kHz

WWVB（アメリカ）；60kHz、MSF（イギリス）；60kHz、DCF77（ドイツ）；77.5kHz

機 能 : ストップウオッチ（1/20 秒計測、120 分計、フライバック付き）

ワールドタイム （世界 29 都市＋UTC、サマータイム自動設定機能、UTC ダイレクト呼出機能、ホームタイム/ワールドタイム入替機能）

タイマー （セット単位：1 分、最大セット：60 分、1 秒単位で計測）

温度計測 （計測範囲：-10～60℃）

その他の機能 フルオートカレンダー（日付・曜日表示）、針位置自動補正機能
時刻アラーム、バッテリー充電警告機能

使用電源 : タフソーラー（ソーラー充電システム）

連続駆動時間 : パワーセービング状態※で約 29 ヶ月（フル充電時）

※暗所で一定時間が経過すると節電します。

大きさ : 54.1×51.7×16.4mm

重さ : GW-A1000 85g GW-A1000D 157g

【ラインアップ】

機種名	バンド	メーカー希望小売価格（税込）
GW-A1000	樹脂	54,000 円（税込 56,700 円）
GW-A1000D	メタル	68,000 円（税込 71,400 円）

詳細は、右記ホームページをご覧ください。 <http://www.casio.co.jp/release/>

一般社団法人 日本時計学会
平成24年(2012年)度 事業計画書
(自 平成24年1月1日～至 平成24年12月31日)

I. 事業計画

1. 学術講演会、研究会、見学会等の開催

(1) マイクロメカトロニクス学術講演会

マイクロメカトロニクス学術講演会を9月上旬、中央大学理工学部で開催する。
研究論文発表12件程度を予定する。

(2) 研究会

時計及び時計応用技術に係わる最先端のテーマを2件選定し、専門の講師を招いての研究会を、4月及び11月の2回、中央大学理工学部教室で開催する。

(3) 見学会

会員の研修のため、産業界、特に時計技術に関連する分野において顕著な業績を挙げている工場、研究機関等の見学会を6月に行う。

2. 時計及び時計応用技術に関する研究調査分科会

時計及び時計応用技術に関する研究調査を行うため、過年度より進行中の研究調査分科会2件に、平成23年度設置を提案したが大震災等の影響により活動が遅れていた1件を加え、計3件の分科会で進める予定である。各研究調査分科会の成果は報告書または学会誌の記事によって報告する。

2. 1 「時計エネルギーに関する研究調査分科会」

(主査：佐々木 健 東京大学教授・本学会理事)

平成23年度までの研究調査の結果を報告書の形式にまとめ、年度内に発行される学会誌に寄稿する。内容は

- ① エナジーハーベスティング技術
- ② 電気二重層キャパシタ

に関する調査結果を2本柱とする。

2. 2 「時計ものづくり研究調査分科会」

(主査：木村 南 東京工業高等専門学校教授・本学会理事)

マイクロメカトロニクス誌に掲載された時計ものづくり技術に関する調査をまとめてマイクロメカトロニクス誌(2012年12月号)に投稿する。

2. 3 「電波時計技術の歴史と動向に関する研究調査分科会」

(幹事：岩倉 良樹 シチズン時計株式会社・本学会理事)

本分科会は平成23年度初めに設立提案したが、震災等の影響で活動開始がおおよそ1年遅れた。

長波標準電波時計のメーカーは日本の時計メーカーが概ねであることから日本時計学会の関係者を中心に電波時計とその周辺技術の歴史および動向をあらためて纏めることを目的とし、会員その関係者および関係機関による講演を中心に進めその結果を本学会誌に掲載報告していく。

3. 学会誌、学術図書等の刊行

(1) 学会誌「マイクロメカトロニクス」を下記のとおり年2回発行する.

V o l . 5 6 , N o . 2 0 6 : 平成24年 6月, 280部

V o l . 5 6 , N o . 2 0 7 : 平成24年12月, 280部

(2) 学術講演会講演論文集を年1回発行する.

マイクロメカトロニクス学術講演会講演論文集: 平成24年9月, 200部

4. 研究の奨励及び研究業績の表彰

青木賞表彰委員会を設け, 平成22年度および平成23年度の時計学会誌「マイクロメカトロニクス」に掲載された研究論文の中から, 当学会初代会長青木保博士を記念した第46回青木賞受賞の対象として研究論文を1編選考する.

マイクロメカトロニクス学術講演会の際, 第46回青木賞贈呈式を行う.

5. 内外関係機関等との交流及び協力

(1) 外国機関との交流

米国: National Association of Watch and Clock Collectors Library, The Library of Congress,
英国: The British Library, The Institution of Electrical Engineers, ロシア: The Institute
of Scientific & Technical Information (VINITI), ドイツ: Bibliothek der Technischen
Hochschule und Technische Informationsbibliothek との機関誌等の情報交換を行なう.

(2) 関係学会との協賛

研究会および学術講演会を, 一般社団法人 日本機械学会, 公益社団法人 精密工学会, 公益社団法人 応用物理学会, 一般社団法人 電子情報通信学会, 社団法人 日本金属学会, 一般社団法人 軽金属学会, 公益社団法人 日本設計工学会 等 関係学会などと協賛して開催する.

II. 会議に関する事項

1. 理事会を6回以上開催する.
2. 通常総会を2月に開催する.
3. 運営委員会を6回以上開催する.
4. 各研究調査分科会を4回程度開催する.
5. 企画委員会を3回程度開催する.
6. 青木賞表彰委員会を2回程度開催する.
7. 事業委員会を4回程度開催する.
8. 編集校閲委員会を4回程度開催する.
9. 広報委員会を2回程度開催する.

(一般社団法人) 日本時計学会・平成24年度収支予算計画

	実施事業等会計	法人会計	H24年度予算
I 収入の部			
1 基本財産運用収入		500	500
基本財産利息収入		500	500
2 入会金収入		2,000	2,000
入会金		2,000	2,000
3 会費収入		2,955,000	2,955,000
正会員		800,000	800,000
学生会員		5,000	5,000
賛助会員		2,150,000	2,150,000
4 事業収入	643,000		643,000
事業収入(研究会)	100,000		100,000
事業収入(講演会)	270,000		270,000
広告収入	273,000		273,000
5 雑収入		26,500	26,500
運用財産利息収入		1,500	1,500
雑収入		25,000	25,000
当期収入合計(A)	643,000	2,984,000	3,627,000
前期繰越収支差額		0	2,520,281
収入合計(B)	643,000	2,984,000	6,147,281
II 支出の部			
1 事業費	1,829,000		1,829,000
消耗品費	48,000		48,000
賃借料	300,000		300,000
広報活動費	126,000		126,000
業務委託費	0		0
臨時雇用賃金	420,000		420,000
通信運搬費	50,000		50,000
印刷製本費	600,000		600,000
会議費	115,000		115,000
旅費交通費	50,000		50,000
雑費	20,000		20,000
諸謝金	70,000		70,000
著作原稿料	30,000		30,000
2 管理費		1,798,000	1,798,000
消耗品費		72,000	72,000
賃借料		300,000	300,000
業務委託費		126,000	126,000
臨時雇用賃金		980,000	980,000
通信運搬費		30,000	30,000
印刷製本費		50,000	50,000
会議費		10,000	10,000
旅費交通費		130,000	130,000
雑費		30,000	30,000
租税公課		70,000	70,000
当期支出合計(C)	1,829,000	1,798,000	3,627,000
当期収支差額(A)-(C)	-1,186,000	1,186,000	0
次期繰越収支差額(B)-(C)			2,520,281

一般社団法人 日本時計学会
平成23年(2011年)度 事業報告書
(自 平成23年2月1日～至 平成23年12月31日)

I. 事業の状況

1. 学術講演会, 研究会, 見学会等の開催

[1] マイクロメカトロニクス学術講演会

日時 : 平成23年 9月 2日(金)
会場 : 中央大学理工学部(後楽園キャンパス)
講演発表 : 12件
特別講演 : 1件
参加者 : 69名

[2] 研究会

① 春季研究会 :

日時 : 平成23年 4月22日(金)
会場 : 中央大学理工学部2号館 2526号室
テーマ : 蛍光表示管の最新技術動向
講師 : 双葉電子工業株式会社 岡本 喜成 氏
参加者 : 19名

② 秋季研究会

日時 : 平成23年11月11日(金)
会場 : 中央大学理工学部 新2号館 2735号室
テーマ : 省スペース実装装置技術の進化と今後の展望
講師 : 大日本印刷株式会社 笹岡 賢司 氏
参加者 : 17名

[3] 見学会

日時 : 平成23年 6月24日(金)
見学先 : 独立行政法人 宇宙研究開発機構 相模原キャンパス
参加者 : 16名

2. 時計及び時計応用技術に関する研究調査分科会

平成23年度は次の3件で, 概要は以下の通りである.

(1) 名称: 「時計エネルギー研究調査分科会」(主査: 佐々木 健 東京大学教授・本学会理事)

本研究調査分科会は, 多機能化され, 高度な情報機器として位置づけられるようになってきた時計に要求される電源の新しい要求仕様を調査することを目的として設置されている. 平成23年度はこれまでにやってきた

① エナジーハーベスティング技術

② 電気二重層キャパシタ

に関する調査結果の整理作業を進めた.

(2) 名称: 「時計ものづくり研究調査分科会」

(主査: 木村 南 東京工業高等専門学校教授・本学会理事)

本研究調査分科会は平成20年9月に時計ものづくり技術に関する研究調査を行うことを目的に設置された.

時計に関するものづくり技術として、マイクロメカトロニクス誌 vol.42-1(1998)～vol.55-No.204(2011)までを調査し、時計ものづくりに関係する論文・解説57件を抽出した。

また東京高専が主催する匠講演会として、盛岡セイコー工業代表取締役前原芳文氏に平成23年1月25日に「世界に誇る「匠」の技 SEIKO 機械式腕時計」の講演をしていただいた。

水晶時計がマイクロメカトロニクスの原点ともいえるので、東京高専機械工学科5年生選択科目「機能材料」において主査の木村が水晶時計を例にした構造・材質に関する講義を行い、その後PCなど精密電子機器を分解し、構造・材質を分析調査した。

(3) 名称：「電波時計技術の歴史と動向に関する研究調査分科会」

(幹事：岩倉 良樹 シチズン時計株式会社・本学会理事)

電波時計が誕生してから四半世紀が経ち、製造会社は日本の時計メーカーが概ねであることから、電波時計の歴史と技術の動向をあらためて纏めることを目的に平成23年2月に設置提案された。その後会員の募集、調査開始の計画をしていたが、直後の大震災等の影響が思いのほか大きく、残念ながら本分科会の活動は大幅遅れ、平成24年の活動に設定変更し12月に会員の募集を実施した状況である。

3. 学会誌、学術図書等の刊行

[1] 学会誌「マイクロメカトロニクス」を下記のとおり年2回発行した。

Vol.55, No.204：平成23年 6月, 300部

Vol.55, No.205：平成23年12月, 280部

[2] 講演論文集を年1回発行した。

秋季マイクロメカトロニクス学術講演会講演論文集：平成23年 9月, 200部

4. 研究の奨励及び研究業績の表彰

第45回青木賞選考は、マイクロメカトロニクス Vol.53, No.200-201 及び Vol.54, No.202-203 に掲載された研究論文7編に対して、選考委員7名による第一次審査と表彰委員5名による二次審査の二段階で行われた。

その結果、下記論文を第45回青木賞として推薦することで、表彰委員全員の賛同を得た。

第45回青木賞表彰論文：ひげぜんまいの重心移動の理論と実際－内端カーブの効果の最適化－
Vol.54, No.202(2010年6月)

執筆者：小牧 昭一郎

所属：ヒコ・みづのジュエリーカレッジ

推薦理由：本論文は理論と実験の双方から機械時計の精度の向上を試みており、時計を基軸とする本学会の学術論文として高く評価できる。

5. 内外関係機関等との交流及び協力

[外国機関]

米国：National Association of Watch and Clock Collectors Library, The Library of Congress,
英国：The British Library, The Institution of Electrical Engineers, ロシア：The Institute of Scientific & Technical Information (VINITI), ドイツ：Bibliothek der Technischen Hochschule und Technische Informationsbibliothek との機関誌等の交換を行なった。

[協賛]

研究会および学術講演会を、一般社団法人 日本機械学会、公益社団法人 精密工学会、公益社団法人 応用物理学会、一般社団法人 電子情報通信学会、社団法人 日本金属学会、一般社団法人 軽金属学会、公益社団法人 日本設計工学会等 関係学会などと協賛して実施した。

6. その他、学会の目的を達成する為に必要な事業
特に無し。

II. 処務の概要

1. 役員等に関する事項

一般社団法人 日本時計学会 役員名簿

平成23年12月31日現在

役職	氏名	常・非常勤	就任年月日	年間給与	担当	所属
代表理事	佐々木 健	非常勤	平成23年2月21日	無し	業務総括	東京大学大学院
業務執行理事	中島 悦郎	非常勤	平成23年2月21日	無し	代表理事補佐 経理・企画担当	カシオ計算機(株)
業務執行理事	竹中 雅人	非常勤	平成23年2月21日	無し	総務・企画担当	セイコーインスツル(株)
理事	吉村 靖夫	非常勤	平成23年2月21日	無し	顧問	
理事	窪田 勝	非常勤	平成23年2月21日	無し	企画担当	セイコーエプソン(株)
理事	足立 武彦	非常勤	平成23年2月21日	無し	編集担当	横浜国立大学
理事	岩倉 良樹	非常勤	平成23年2月21日	無し	企画委員長 広報委員長 事業担当	シチズン時計(株)
理事	梅田 和昇	非常勤	平成23年2月21日	無し	事業委員長 青木賞担当 事業担当	中央大学
理事	大隅 久	非常勤	平成23年2月21日	無し	事業委員長 青木賞担当 事業担当	中央大学
理事	大谷 親	非常勤	平成23年2月21日	無し	企画担当	千葉工業大学
理事	木村 南	非常勤	平成23年2月21日	無し	編集担当	東京工業高等専門学校
理事	増田 純夫	非常勤	平成23年2月21日	無し	顧問	横浜国立大学
理事	久保田 浩司	非常勤	平成23年2月21日	無し	編集委員長	東海大学
理事	檜林 達雄	非常勤	平成23年2月21日	無し		
監事	勢ヶ 浩	非常勤	平成23年2月21日	無し		一般社団法人 日本時計協会
監事	日野須磨子	非常勤	平成23年2月21日	無し		国際時計通信社

2. 職員に関する事項

業務を担当する職員はいない。

3. 理事会及び総会に関する事項

[1] 理事会

開催年月日	主な議事事項	会議の結果
平成23年2月21日	出版編集 平成22年度収支決算及び事業報告 平成23年度1/1～1/31の事業及び予算計画 平成23年後1月度の事業及び決算報告 平成23年度2/1～12/31の事業及び予算計画 平成23年度の研究会と見学会の担当企業 理事交代 監事交代 研究調査分科会の新設 内部監査人の選任	承認 承認 修正・承認 修正・承認 修正・承認 承認 承認 承認 承認 承認

同	4月22日	出版編集 見学会実施計画 学会事務局担当理事の選任	承認 承認 承認
同	6月24日	出版編集 青木賞表彰方法の見直し マイクロメカトロニクス学術講演会実施計画 学会の近未来見通し 研究調査分科会 会員規定の改定	承認 審議・承認 審議・承認 継続審議 継続審議 継続審議
同	9月2日	出版編集 青木賞選考審査結果 秋季研究会実施計画 企画委員会検討経過報告	承認 承認 承認 継続審議
同	11月11日	出版編集 秋季研究会実施報告 学会の近未来見通し 企画委員会検討経過報告	承認 承認 継続審議 継続審議
同	12月16日	出版編集 学会の近未来見通し 企画委員会検討経過報告	承認 継続審議 継続審議

[2]総会

開催年月日	主な議事事項	会議の結果
平成23年2月21日	平成22年度収支決算及び事業報告・監査報告 平成23年度事業計画・予算計画	可決・承認 承認

4. 許可、認証、承認、証明などに関する事項

該当なし。

5. 契約に関する事項承認

契約年月日：平成23年4月1日

相手方：公益社団法人精密工学会

契約の概要：事務局として朝日九段マンション902号室の借用

6. 主務官庁指示に関する事項

該当なし

7. 会員数動向

会員種別	平成23年度末	平成22年度末	増減数
正会員	169 (名)	176 (名)	△7
賛助会員	20 (社)	20 (社)	0
学生会員	6 (名)	10 (名)	△4
計	195	206	△11

8. その他重要事項

該当なし

貸 借 対 照 表
平成23年12月31日現在

(一社)日本時計学会

単位:円

科 目	当 年 度	前 年 度	増 減
I. 資産の部			
1. 流動資産			
現金	167,922		
普通預金	1,571,062		
定期預金			
郵便振替貯金	781,297		
前渡金			
流動資産合計	2,520,281		
2. 固定資産			
(1)基本財産			
基本金	500,000		
基本財産合計	500,000		
(2)特定資産			
特定資産合計	0		
(3)その他固定資産			
定期預金	5,300,000		
その他資産合計	5,300,000		
固定資産合計	5,800,000		
資産合計	8,320,281		
II. 負債の部			
1. 流動負債			
預り金			
未払金			
流動負債合計	0		
2. 固定負債			
固定負債合計	0		
負債合計	0		
III. 正味財産の部			
1. 指定正味財産	0		
2. 一般正味財産	8,320,281		
(うち基本財産への充当額)	(500,000)		
(うち特定資産への充当額)	(0)		
正味財産合計	8,320,281		
負債及び正味財産合計	8,320,281		

(注)「公益法人会計基準の運用指針」により、前事業年度については記載していない。

正味財産増減計算書

自 平成23年2月 1日 ～ 至 平成23年 12月31日

(一社)日本時計学会

単位:円

科 目	当 年 度	前 年 度	増 減
I. 一般正味財産の部			
1. 経常増減の部			
(1) 経常収益			
① 基本財産運用益	0		
基本財産受取利息	0		
② 特定資産運用益	0		
特定資産運用利息	0		
③ 入会金収入	3,000		
入会金	3,000		
④ 受取会費	2,872,000		
正会員会費	782,500		
学生会員会費	2,000		
賛助会員会費	2,087,500		
⑤ 事業収入	377,000		
研究会収入	100,000		
講演会収入	277,000		
⑥ 雑収入	378,685		
受取利息	2,221		
雑収入	376,464		
経常収益計	3,630,685		
(2) 経常費用			
① 事業費	1,916,970		
臨時雇用賃金	308,000		
広報活動費	220,500		
会議費	130,484		
旅費交通費	61,770		
通信運搬費	68,625		
消耗品費	46,086		
印刷製本費	510,090		
賃借料	300,000		
諸謝金	240,660		
雑費	30,755		
② 管理費	1,734,060		
臨時雇用賃金	703,555		
業務委託費	94,000		
旅費交通費	206,570		
通信運搬費	1,045		
消耗品費	73,655		
賃借料	300,000		
雑費	285,235		
租税公課	70,000		
経常費用計	3,651,030		
当期経常増減額	-20,345		
当期一般正味財産増減額	-20,345		
一般正味財産期首残高	8,340,626		
一般正味財産期末残高	8,320,281		
II. 正味財産期末残高	8,320,281		

(注)「公益法人会計基準の運用指針」により、前事業年度については記載していない。

正味財産増減計算書内訳表
自 平成23年2月 1日 ～ 至 平成23年 12月31日

(一社)日本時計学会

単位:円

科 目	公益目的事業会 計	法人会計	内部取引消去	合計
I. 一般正味財産の部				
1. 経常増減の部				
(1) 経常収益				
① 基本財産運用益	0	0	0	0
基本財産受取利息	0	0	0	0
② 特定資産運用益	0	0	0	0
特定資産運用利息	0	0	0	0
③ 入会金収入	0	3,000	0	3,000
入会金	0	3,000	0	3,000
③ 受取会費	0	2,872,000	0	2,872,000
正会員会費	0	782,500	0	782,500
学生会員会費	0	2,000	0	2,000
賛助会員会費	0	2,087,500	0	2,087,500
④ 事業収入	377,000	0	0	377,000
研究会収入	100,000	0	0	100,000
講演会収入	277,000			277,000
⑥ 雑収入	351,304	27,381	0	378,685
受取利息	0	2,221	0	2,221
雑収入	351,304	25,160	0	376,464
経常収益計	728,304	2,902,381	0	3,630,685
(2) 経常費用				
① 事業費	1,916,970	0	0	1,916,970
臨時雇用賃金	308,000	0	0	308,000
広報活動費	220,500	0	0	220,500
会議費	130,484	0	0	130,484
旅費交通費	61,770	0	0	61,770
通信運搬費	68,625	0	0	68,625
消耗品費	46,086	0	0	46,086
印刷製本費	510,090	0	0	510,090
賃借料	300,000	0	0	300,000
諸謝金	240,660	0	0	240,660
雑費	30,755			30,755
② 管理費	0	1,734,060	0	1,734,060
臨時雇用賃金	0	703,555	0	703,555
業務委託費	0	94,000	0	94,000
旅費交通費	0	206,570	0	206,570
通信運搬費	0	1,045	0	1,045
消耗品費	0	73,655	0	73,655
賃借料	0	300,000	0	300,000
雑費	0	285,235	0	285,235
租税公課	0	70,000	0	70,000
経常費用計	1,916,970	1,734,060	0	3,651,030
当期経常増減額	-1,188,666	1,168,321	0	-20,345

財務諸表に対する注記

1. 重要な会計方針

(1) 消費税等の会計処理

消費税等の会計処理は、税込み方式によっている。

2. 会計方針の変更

当期より会計基準を平成20年公益法人会計基準に変更した。

3. 基本財産及び特定資産の増減額及びその残高

基本財産及び特定資産の増減額及びその残高は、次のとおりである。

科 目	前 期 末 残 高	当 期 増 加 額	当 期 減 少 額	当 期 末 残 高
基本財産				
基本金	500,000	0	0	500,000
小 計	500,000	0	0	500,000
特定資産				
	0	0	0	0
	0	0	0	0
小 計	0	0	0	0
合 計	500,000	0	0	500,000

4. 基本財産及び特定資産の財源等の内訳

基本財産及び特定資産の財源等の内訳は、次のとおりである。

科 目	当 期 末 残 高	(うち指定正味財産からの充当額)	(うち一般正味財産からの充当額)	(うち負債に対応する額)
基本財産				
基本金	500,000	(0)	(500,000)	(0)
小 計	500,000	(0)	(500,000)	(0)
特定資産				
	0	(0)	(0)	(0)
	0	(0)	(0)	(0)
小 計	0	(0)	(0)	(0)
合 計	500,000	(0)	(500,000)	(0)

財 産 目 録

平成23年12月31日現在

(一社)日本時計学会

単位:円

貸 借 対 照 表 科 目		場 所 ・ 物 量 等	使 用 目 的 等	金 額
(流動資産)	現金		運転資金として	167,922
	普通預金	りそな銀行 九段支店	運転資金として	1,571,062
	郵便振替貯金	ゆうちょ銀行振替口座	運転資金として	781,297
流動資産合計				2,520,281
(固定資産)				
	基本財産	基本金	りそな銀行 九段支店	500,000
	特定資産			
	其他固定資産	定期預金	三井住友銀行 上野支店	5,300,000
固定資産合計				5,800,000
資産合計				8,320,281
(流動負債)				
流動負債合計				0
(固定負債)				
固定負債合計				0
負債合計				0
正味財産				8,320,281

一般社団法人 日本時計学会 2012 年度 1 月度 理事会議事

(記録：竹中雅人 2012 年 1 月 31 日)

1. 開催日時：2012 年 1 月 27 日 (金) 16:30-18:00
2. 場所：中央大学理工学部 新 2 号館 2735 号室
3. 出席者：〈理事〉佐々木，中島，吉村靖，窪田，足立，梅田，大隅，大谷，久保田，楢林，増田，岩倉，竹中 (以上 13 名)，〈監事〉勢，日野 (以上 2 名)，理事総数 14 名の過半に付き理事会成立
〈運営委員〉渡辺，後藤，今村，渡井，重城 (以上 5 名)
4. 審議事項
 - (1) H23 年度決算／H24 年度予算 (別紙資料配付：中島業務執行理事説明)
 - (2) H23 年度事業報告／H24 年度事業計画 (別紙資料配付：竹中理事説明)
 - 1) H23 年度事業報告
 - I. 事業の状況
 - II. 処務の概要
 - 2) H24 年度事業計画
 - I. 事業計画
 - (3) 出版編集関係 (別紙資料配付：楢林理事説明)
 - (4) 企画委員会検討経過報告 (別紙資料配付：岩倉理事説明)
 - ・①連載「時計技術解説」
 - ・③連載「時計産業の半世紀」
 - ・④「2011 年時計生産量の推移」
 - ・⑤インフォメーション「パーゼルワールド」
 - ・⑦特別コーナー
 - (5) 新入会員の承認
 - (6) 総会議案確認 (別紙配布資料：竹中理事説明)
 - (7) 議事録署名人選出
 - (8) 次回理事会・総会開催日
 - 1) 理事会：2012 年 2 月 24 日 (金) 16 時～17 時 東京大学本郷キャンパス工学部 14 号館 330 会議室
 - 2) H24 年度総会：同日 17 時～18 時 同会場
 - 3) 2012 年度の理事運営委員会日程
5. 報告事項
 - (1) 会員数状況 (2012 年 1 月 26 日現在)
 - (2) 平成 23 (2011) 年 12 月度理事会議事録配付
 - (3) その他
 - 1) 春季研究会の講演
 - 2) 2012 年の青木賞幹事

以上

一般社団法人 日本時計学会 平成 24 年 (2012 年) 2 月度 理事会議事

(記録：竹中雅人 2012 年 2 月 29 日)

1. 開催日時：2012 年 2 月 24 日 (金) 16:00-17:00
2. 場所：東京大学本郷キャンパス工学部 14 号館 330 会議室
3. 出席者：〈理事〉佐々木，中島，吉村靖，大谷，足立，久保田，楢林，増田，岩倉，竹中 (以上 10 名)，
〈監事〉勢，日野 (以上 2 名)，理事総数 14 名の過半に付き理事会成立
〈運営委員〉吉澤，渡辺，後藤，小池，重城，今村，(以上 6 名)
4. 審議事項
 - (1) H23 年度決算／H24 年度予算 (別紙資料配付：中島業務執行理事説明)
 - (2) H23 年度事業報告／H24 年度事業計画 (別紙資料配付：竹中業務執行理事説明)

- 1) H23 年度事業報告
- 2) H24 年度事業計画
- (3) 出版編集関係(別紙資料配付：楢林理事説明)
- (4) 新入会員の承認
- (5) 議事録署名人選出
- (6) 次回理事会開催日
理事会：2012 年 4 月 20 日（金）16 時～17 時 中央大学後楽園キャンパス 新 2 号館 2735 号室
(2012 年春季研究会後)

5. 報告事項

- (1) 会員数状況(2012 年 2 月 23 日現在 → 2 月 24 日承認後)
- (2) 平成 24 (2012) 年 1 月度理事会議事録配付
- (3) その他
 - 1) 春季研究会開催の案内
 - 2) 組織図

以上

一般社団法人 日本時計学会 平成 24 年（2012 年）度 定時総会 議事

（記録：竹中雅人 2012 年 2 月 29 日）

- 1. 開催日時：2012 年 2 月 24 日（金）17:00-17:45
- 2. 場所：東京大学本郷キャンパス工学部 14 号館 330 会議室
- 3. 出席状況：出席者 16 名，委任状 77 名，計 93 名， 監事 2 名
正会員総数 164 名の過半数に付き総会成立

4. 議題

- (1) H23 年度決算／H24 年度予算
- (2) H23 年度事業報告／H24 年度事業計画
 - 1) H23 年度事業報告
 - 2) H24 年度事業計画
- (3) 議事録署名人選出

以上

講演募集

日本時計学会では毎年9月に学術講演会を開催しております。会誌発行が年2回のため適切な時期に講演の会告ができず、これまでは小範囲の方だけにお知らせして募集してまいりました。今後は常時講演募集を致しますので、研究発表を希望される方は下記へお申し込みまたはお問い合わせください。

〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部 精密機械工学科 大隅 久

Tel : 03-3817-1824 Fax : 03-3817-1820 E-mail Address : osumi@mech.chuo-u.ac.jp

編集後記

世界的な経済の混迷、国内では震災からの復旧と放射能除染の遅れ、更に政治の混迷など、明るい話題が余りありません。このような中、本学会も新しい状況に対応していくために、組織運営方法の改善を模索しているところです。

さて、今号から学会誌の充実を図り、より皆様に親しんで貰うため、解説記事「時計技術解説」(クォーツ時計理論)、「腕時計産業の半世紀」「2011年時計生産量の推移とニュース」等の新しい企画記事を掲載していきます。この新しい企画取り組みに関して、皆様のご意見を頂ければと思っています。どの様なご意見でもかまいませんので、学会事務局へご意見をお寄せ下さい。

また、9月には講演会を行いますので、発表の申込みもお待ちしています。学会の更なる発展のため、多くの皆様のご投稿、ご意見をお待ちしています。

(後藤 義典 記)

複写される方に

本誌に掲載された著作物を複写したい方は、(社)日本複写権センターと包括複写許諾契約を締結されている企業の方でない限り、著作権者から複写権等の行使の委託を受けている次の団体から許諾を受けて下さい。

〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル (中法)学術著作権協会

Tel : 03-3475-5618 Fax : 03-3475-5619 E-mail : jaacc@mtd.biglobe.ne.jp

著作物の転載・翻訳のような複写以外の許諾は、直接本会へご連絡下さい。

日本時計学会誌「マイクロメカトロニクス」 Vol.56, No. 206 2012年6月10日 発行

印刷所 ニッセイエプロ株式会社 Tel : 03-5733-5151

〒105-0004 東京都港区新橋 5-20-4

学会事務局 三浦 敦子

〒102-0073 東京都千代田区九段北 1-9-5 朝日九段マンション 902

Tel : 03-3288-5160 Fax : 03-3288-5175 E-mail : tokei@hij-n.com

ホームページ <http://www.hij-n.com>