

Catálogo No. E12016_ES

La Historia de los Bloques Patrón



Mitutoyo

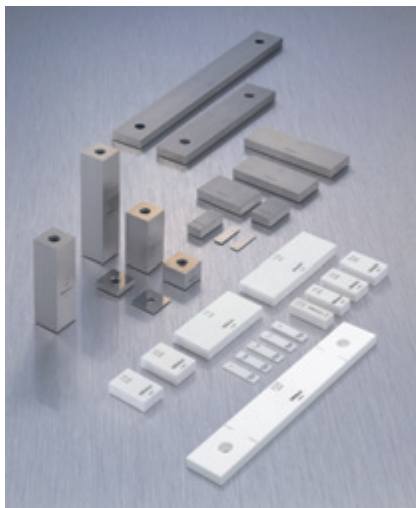
Contenido

Prefacio	3
Capítulo I El nacimiento de los bloques patrón	4
El comienzo	4
Capítulo II Fabricación de bloques patrón en Japón	9
Capítulo III Producción de bloques patrón por Mitutoyo	10
Fabricación de prueba de bloques patrón en la Fábrica Kamata.....	10
Producción de bloques patrón para uso interno en la planta de Mizonokuchi.....	10
Producción de bloques patrón para la venta en la planta de Utsunomiya.....	11
Construcción del Laboratorio de Investigación Numata y producción a gran escala de bloques patrón	13
Historia del desarrollo de productos y desarrollo técnico.....	15
Progreso en la planta de Miyazaki	17
Historia del desarrollo de productos y desarrollo técnico (continuación).....	19
Epílogo	22

Prefacio

Aunque la longitud se define por la velocidad de la luz y hay una variedad de sistemas de medición de longitud disponibles basados en la longitud de onda de un rayo láser altamente estable, son los bloques patrón, los que se utilizan como el patrón de longitud, para la calibración o referencia dimensional de la medición. herramientas e instrumentos debido a su facilidad de uso, estabilidad dimensional y costo relativamente bajo. Dado que el uso de bloques patrón ayuda a una organización a demostrar la trazabilidad según los estándares de longitud nacionales, los bloques patrón se utilizan ampliamente en corporaciones, universidades y laboratorios de todo el mundo. Los bloques patrón son igualmente útiles para la calibración e inspecciones regulares de herramientas pequeñas como micrómetros, calibradores e indicadores de cuadrante utilizados en la industria manufacturera e institutos de investigación, como lo son, para calibrar instrumentos de medición grandes, como máquinas de medición de coordenadas. Un bloque patrón es rectangular con dos lados opuestos (llamados caras de medición) cuyos terminados son exactamente planos y paralelos mediante esmerilado y lapeado, de modo que la distancia real entre estas dos caras sea extremadamente cercana al tamaño nominal marcado en el bloque. Una de las principales características de los bloques patrón, es que se puede obtener una longitud exacta combinando varios bloques patrón de los tamaños apropiados utilizando su característica de adherencia entre ellos, de modo que formen un solo arreglo. El fenómeno de

adherencia implica una capa para cada bloque en una pila y este hecho ha tenido un efecto práctico en la definición del tamaño del bloque, que ahora se define como la longitud entre la cara de medición superior de un bloque que se adhiere en una platina de el mismo material (plano de referencia) y la superficie de esa platina, incluyendo así el espesor de una capa de adherencia. Esto tiene la ventaja de que no se necesita ningún margen de película al calcular el tamaño exacto de una pila de bloques. Los requisitos para los bloques patrón son: alta exactitud dimensional y de forma, capacidad de adherirse a otros bloques, baja variación secular (alta estabilidad dimensional a lo largo del tiempo), excelente resistencia a la abrasión, un coeficiente de expansión térmica cercano al de los materiales comunes de las piezas de trabajo, resistencia superior al óxido y corrosión, etc. Los bloques patrón en el intervalo de tamaño de 0.5 mm a 1 m se fabrican en cuatro grados de exactitud según las normas ISO (JIS) y cinco grados según las normas ASME. Los límites de tamaño más estrictos utilizados para los bloques que se calibran mecánicamente son $\pm 0.3 \mu\text{m}$ para bloques de 100 mm y $\pm 2 \mu\text{m}$ para bloques de 1 m en las normas ISO (JIS). Los bloques de mayor grado se calibran mediante interferometría con una incertidumbre de medida de aproximadamente $0.2 \mu\text{m}$, con respecto a 1 m. Este valor corresponde al grosor de un mechón de cabello con respecto a un circuito completo de una pista de atletismo de 400 m. Hay dos tipos de patrones de longitud: patrones de línea y patrones de longitud. Una regla de acero, una escala patrón graduada con exactitud y el patrón internacional (obsoleto desde que la definición de este patrón se basó en la velocidad de la luz) son estándares de línea que se leen ópticamente. Por otro lado, los patrones basados en caras de medición, como los bloques patrón y las barras de longitud, son patrones que se utilizan con métodos de comparación de contacto. El prototipo de metro patrón (Meter de Archives, construido en 1799) era un patrón de longitud, con extremos rectangulares de 25.3 mm x 4 mm, similar a un bloque patrón largo. Los siguientes capítulos describen el nacimiento y la historia de los bloques patrón, la historia de la producción nacional de bloques patrón en Japón y la historia de los bloques patrón Mitutoyo.



Bloques patrón

Capítulo I El nacimiento de los Bloques Patrón

El principio

El concepto de un conjunto de bloques patrón que se puede utilizar para ensamblar un patrón y representar con exactitud casi cualquier longitud práctica a partir de un pequeño número de piezas, fue inventado por Carl Edvard Johansson (Figura 1), un maquinista sueco, en 1896 y, por lo tanto, tiene más que un siglo de historia. La Figura 2 ilustra una demostración de la fuerza de adherencia del bloque patrón realizada por Johansson en 1917 en una conferencia de ingeniería mecánica en Estocolmo. Un total de 200 libras (más de 90 kg) de pesos se suspendieron de la parte inferior del bloque patrón. La fuerza de adherencia fue equivalente a la generada por una presión diferencial de 33 atmósferas en el área de la superficie.

Es un hecho curioso que la fuerza de adherencia a menudo aumenta con el tiempo que los bloques se dejan juntos². Por esta razón, no es aconsejable dejar los bloques patrón en ese estado durante un período de tiempo ya que se vuelven inseparables con riesgo de dañar las caras de medición.

Este capítulo traza la historia del desarrollo de bloques patrón basado en el artículo *The Master of Measurement - Carl E. Johansson* publicado en serie en la revista interna de Mitutoyo Approach. Esta historia fue traducida al japonés por Nobuo Suga (ex vicepresidente de Mitutoyo America Corporation) del libro *The Master of Measurement*³ basado en el diario



Figura 1 Johansson y sus bloques patrón

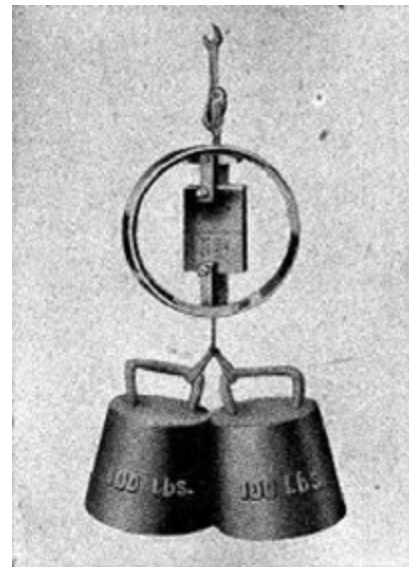


Figura 2 Demostración de Johansson en la conferencia (fuerza de adherencia equivalente a 33 atmósferas)

de Johansson bajo licencia de Johansson Corporation. Johansson trabajó para un fabricante de rifles (Fábrica de rifles de Carl Gustaf Stad) en su ciudad natal de Eskilstuna como inspector de armería involucrado en la fabricación de rifles Remington (Figura 3).

Según los registros de Johansson, los patrones de diversas formas y una gran cantidad de calibradores de límite utilizados en el taller se denominaron colectivamente bloques patrón.

La referencia de gama alta en la fábrica en esos días era el micrómetro fabricado por Brown & Sharpe Corporation, con el que se medían y calibraban los medidores de taller. Hoy en día, los micrómetros se calibran con bloques patrón. El orden de clasificación entre el bloque patrón y el micrómetro parece haberse invertido alrededor de 1906 cuando la exactitud de los bloques patrón alcanzó el intervalo submicrónico.

Los calibradores de límite utilizados para inspeccionar las piezas de los rifles se fabricaron específicamente para cada pieza y requerían refabricación cada vez que se renovaba un modelo o se modificaba cualquier pieza. Cuando Johansson visitó la Mauser Corporation en Alemania, famosa por la carabina Mauser, se sintió decepcionado al descubrir que la fábrica utilizaba varios miles de calibradores límite.



Figura 3 Johansson en la fábrica de rifles (más a la izquierda en la primera fila)

Por lo tanto, Johansson pensó en combinar un número mínimo de patrones basándose en la idea de "cómo probar más dimensiones con menos patrones".

Después de esforzarse mucho, Johansson ideó una combinación de 102 bloques que proporcionaban alrededor de 20 mil dimensiones diferentes de 1 mm a 201 mm en incrementos de 0.01 mm.

Llamó a esto su "conjunto de bloques patrón de combinación", que comprendía 49 bloques patrón de 1.01 mm a 1.49 mm en incrementos de 0.01 mm; 49 bloques de 0.5 mm a 24.5 mm en incrementos de 0.5 mm; y 4 bloques de 25, 50, 75 y 100 mm. Esta idea de obtener muchos tamaños con un número mínimo de bloques también fue adoptada en los Estados Unidos en ese momento.

Posteriormente, Johansson encontró un artículo introductorio sobre un producto llamado Size Blocks en la revista American Machinist.

Este producto era un conjunto de 16 bloques patrón que constaba de tamaños de 1/16 de pulgada a 1 pulgada en incrementos de 1/16 de pulgada, es decir, una combinación de 1/16, 1/8 (= 2/16), 3/16, 1/4 (= 4/16), 5/16, 3/8 (= 6/16), ... 7/8 (14/16), 15/16 y 1 pulgada. Al ver este artículo, Johansson se apresuró a obtener una patente para sus bloques patrón. Aunque la patente de sus bloques patrón se presentó en 1898, el gobierno no entendió fácilmente la idea.

En consecuencia, Johansson apeló la patente a la familia real sueca y finalmente la estableció en 1908. Sin embargo, la solicitud de la patente era cómo usar una serie de bloques de diferentes espesores apilando de un extremo a otro para

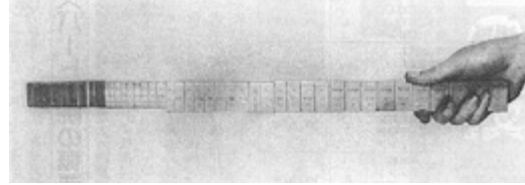
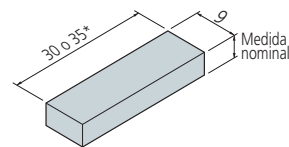


Figura 4 Ejemplo de bloques patrón con adheridos



* Esta longitud depende del tamaño nominal.
Dimensión para superar los 10 mm nominales
(excepto 10 mm): 35 mm
Dimensión nominal de 10 mm o menos: 30 mm

Figura 5 Bloque patrón tipo Johansson (tipo rectangular)

formar una longitud determinada, sin uso del término adherencia, por lo que la patente se concedió sobre la base de la idea de una combinación de dimensiones.

El fenómeno de adherencia ya había sido informado por J. Tyndall (1820-1893) trabajando en el Reino Unido. Señaló que "placas de acero bien pulidas se juntan y la fuerza está por encima de la presión atmosférica", y que la adherencia también ocurre en un vacío (Figura 4). Un experimento de adherencia se demostró al público en 1875 en la Royal Society de Londres. La primera vez que Johansson experimentó la adherencia fue en 1900 cuando descubrió que dos bloques patrón traslapados que estaban pegados entre sí no se separaban cuando se caían accidentalmente.

A partir del hecho de que la solicitud de patente para bloques patrón se presentó en 1898, dos años antes de su primera experiencia de adherencia, y que no se reivindicaba nada sobre esta en la patente, se puede ver que la idea de "hacer una dimensión dada por adherencia de bloques patrón juntos" como característica principal se derivó de la adquisición de una alta fuerza de adherencia debido a una mejora del proceso en la calidad del lapeado.



Figura 6 Casa de Johansson

Se han realizado muchas investigaciones sobre el fenómeno de la fuerza de adherencia. Como resultado, se cree que se debe principalmente a la atracción intermolecular entre el material en la superficie de los bloques mismos y con cualquier líquido (a menudo aceite) en la película de adherencia. Se cree que la tensión superficial del aceite y la presión diferencial del aire entre las superficies expuestas y las superficies con adherencia son causas secundarias. También se sabe que la fuerza varía según la planitud, la rugosidad de la superficie y el tipo de líquido utilizado en las caras con adherencia. Se ha establecido que, si esta acción se realiza correctamente, el espesor de la película de adherencia es de alrededor de $0.01\ \mu\text{m}$ (10 nm) o menos.

Los bloques patrón de Johansson tenían una sección transversal rectangular de $9 \times 28\ \text{mm}$ ($9 \times 30 / 35\ \text{mm}$ en la actualidad). Esto se debe a que la hoja de acero utilizada en la fábrica de rifles para hacer calibradores tenía un grosor de 10 mm. Este bloque patrón rectangular se conoce como tipo Johansson o tipo rectangular (Figura 5).

Al principio, los bloques patrón de Johansson tuvieron muchos problemas a pesar de algunos éxitos en la producción de prueba. Se necesitaron 2 años (hasta 1900) para que la producción se encaminara y la calidad alcanzara el nivel requerido por el gobierno. En ese momento no había un precio de venta fijo y un juego de bloques patrón se vendió por 500 a 700 coronas. A veces, se tardaba un año en entregar un juego al cliente. Después de unirse a la fábrica de rifles, Johansson sintió

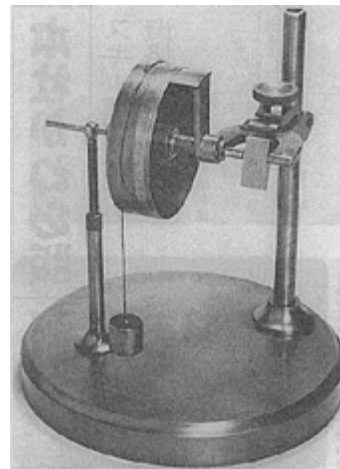


Figura 7 Herramienta de medición de bloque patrón con un micrómetro modificado

agudamente la necesidad de conocimientos industriales, por lo que asistió a la escuela industrial por la noche durante varios años y finalmente se graduó. Al mismo tiempo, fue ascendido al puesto de aprendiz de inspector de armería, pero su salario anual era de solo 600 coronas. Sería seguro decir que el salario anual de un jefe de subsección o jefe de sección era similar al precio de un bloque de medición establecido en esos días.

Se dice que el proceso de fabricación del bloque patrón terminó en la fábrica después de la etapa de pulido de la superficie y luego se transfirió a la casa de Johansson (Figura 6) para el tratamiento térmico, lapeado e inspección, en medio de un gran secreto. Se utilizó una máquina de coser convertida para lapeado y una herramienta dedicada para la inspección, en la que el diámetro del dedal de un micrómetro Brown & Sharpe se aumentó a 150 mm para proporcionar una resolución de un micrómetro ($1\ \mu\text{m}$) por división y un peso muerto dispuesto para asegurar una fuerza de medición constante (Figura 7).

Suecia, rica en mineral de hierro, es famosa por producir acero de alta calidad (Swedish Steel) y, de hecho, se la conoce como el País del Hierro desde la época de los vikingos. Johansson seleccionó cuidadosamente el acero al carbono utilizado en bloques patrón en colaboración con C. E. Tahlin, el director de la planta de fabricación de acero de Wikmanshytte Co., y también obtuvo una gran ayuda de él con respecto a la tecnología del tratamiento térmico.

Johansson fabricó bloques patrón de modo que asumieran su tamaño nominal a una temperatura de medición de 20°C (la media de un intervalo de temperatura de fábrica de 15 a 25°C), aunque la práctica internacional en ese momento especificaba 0°C como temperatura de medición estándar.

La temperatura estándar en la medición de longitudes industriales no fue especificada en 20°C por el CIPM (Comite International des Poids et Mesures) hasta 1931, y luego por la Organización Internacional de Normalización (ISO). Por tanto, la raíz de la temperatura estándar actual para la medición de la longitud se remonta al tiempo de Johansson.

Johansson mantuvo esta temperatura en la fábrica en invierno mediante calefacción⁴.

La exactitud de los bloques patrón fabricados en aquellos primeros días es un asunto de gran interés. El propio Johansson dio "el orden de $1\text{ }\mu\text{m}$ ($0,001\text{ mm}$)" como respuesta a esta pregunta.

En 1903, Johansson hizo un patrón de referencia cilíndrico de solo 100 mm a 20°C , según sus medidas. Luego le pidió a la Oficina Internacional de Pesas y Medidas de París que midiera el medidor para determinar la temperatura a la que medía exactamente 100 mm , que resultó ser de 20.63°C .

En otras palabras, se encontró que este medidor de referencia tenía un error de aproximadamente $0.7\text{ }\mu\text{m}$ a 20°C ⁵.

La Oficina Internacional de Pesos y Medidas (BIPM) mantiene la barra de aleación de platino-iridio International Standard Mètre, fabricada en 1889, en custodia segura en las condiciones ambientales originalmente definidas bajo las cuales se definió

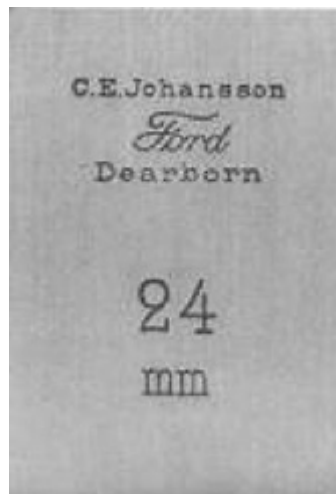


Figure 9 Johansson gauge made in the U.S.

la longitud, incluso a una temperatura de 0°C . Se dice que la exactitud de los bloques patrón de Johansson en ese momento en 1908 estaba dentro del intervalo de $\pm 1\text{ }\mu\text{m}$ cuando se ensamblaban a una dimensión dentro de los 100 mm con cada bloque adherido firmemente.

Después de eso, Johansson hizo bloques patrón de 100 mm , 50 mm y 25 mm y nuevamente pidió al BIPM una evaluación de exactitud. En 1912, recibió el resultado, que era que su exactitud estaba dentro de los $0.1\text{ }\mu\text{m}$. A partir de ese momento, Johansson supo que poseía bloques patrón trazables a un nivel extremadamente alto ante el BIPM. A partir de 1909, el BIPM realizó una investigación científica sobre bloques patrón, que luego se estaban introduciendo en todo el mundo, e informó favorablemente sobre su capacidad de autocomprobación y alta confiabilidad. Johansson revisó el conjunto inicial de 102 piezas agregando un bloque de 1.005 mm (Figura 8) para crear un conjunto de 103 piezas. En 1909 creó un conjunto de 112 piezas añadiendo 9 bloques con tamaños de 1.001 mm a 1.009 mm en incrementos de $1\text{ }\mu\text{m}$. Esto permitió que alrededor de 200 mil dimensiones estuvieran disponibles en incrementos de $1\text{ }\mu\text{m}$. Johansson era independiente del fabricante de rifles en 1911 y estableció C.E. Johansson Corporation.



Figura 8 Juego de bloques patrón de 103 piezas fabricado por Johansson (1899, posesión de Johansson Corporation)

Después de eso, la demanda de armas aumentó enormemente debido al estallido de la Primera Guerra Mundial. Los bloques patrón de Johansson fueron utilizados por más de 450 empresas en el mundo y suministrados tanto a amigos como a enemigos. En ese momento, el Reino Unido y los EE. UU. Diferían ligeramente en la definición de la pulgada, así como en la temperatura estándar a la que se midió.

El Reino Unido trabajó con una norma de longitud conocido como Yarda patrón Imperial (36 pulgadas) y definió la temperatura de referencia como 62 grados Fahrenheit (16.67 ° C). Una pulgada en el Reino Unido era exactamente de 25.399977 mm, según la comparación con la norma internacional.

Por otro lado, EE. UU. Definió una pulgada como 25.4000508 mm a 68 grados Fahrenheit (20 ° C) (determinado por el Congreso en 1866), lo que equivale a una diferencia de menos de 3 partes por millón.

Johansson en realidad fabricó bloques patrón en pulgadas asumiendo que 1 pulgada era exactamente equivalente a 25.4 mm a una temperatura de 20 ° C. En años posteriores, cuando la definición de pulgadas entre los EE. UU. Y el Reino Unido se unificó para estar de acuerdo con esta definición, los bloques patrón de Johansson habían penetrado ampliamente en la industria de las armas, que luego no pudo evitar ajustarse a la definición de Johansson. Como resultado, Johansson podría verse como el creador de la definición actual de la pulgada.

Los bloques patrón de Johansson también se utilizaron en el National Bureau of Standards (NBS) y fueron declarados bienes estratégicos. Un millón de piezas (11,000 juegos) de sus bloques patrón se habían fabricado en 1929. En ese momento, Johansson se trasladó a Estados Unidos y comenzó la producción de bloques patrón fabricados en Estados Unidos (Figura 9) en colaboración con Henry Ford (1863-1947) de la Compañía de motores Ford. El Laboratorio Nacional de Física (NPL) en el Reino Unido logró

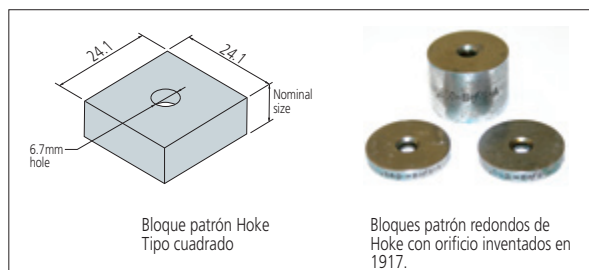


Figura 10

la fabricación de prueba de bloques patrón alrededor de 1918, después de lo cual Pitter Gage Precision Tool Company comenzó la producción y las ventas. Hommel Corporation y otras empresas también vendieron bloques patrón. En los EE. UU., En 1917, un empleado de la Oficina Nacional de Estándares (NBS), W. E. Hoke, inventó un bloque patrón redondo (más tarde, cuadrado) con un orificio en el medio (Figura 10, derecha). Este diseño de bloque patrón permite ensamblar una pila de bloques con una varilla roscada y tornillos y se denomina bloque patrón Hoke o bloque patrón cuadrado (SGB) (Figura 10, izquierda). Los bloques patrón de este tipo se utilizan incluso ahora en los EE. UU. (Figuras 11 y 12). En Japón, Mitutoyo Corporation inició la producción y venta de este tipo de bloque patrón en 1982.

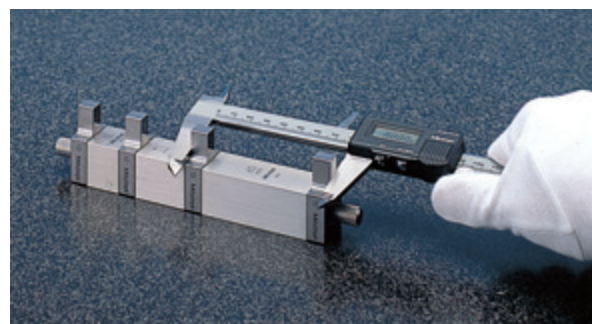


Figura 11 Uso de bloques patrón cuadrados para calibrar un calibrador digital

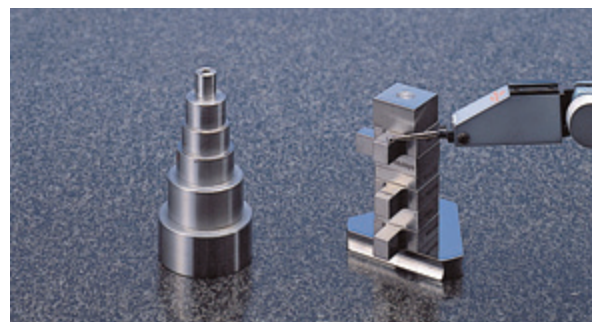


Figura 12 Uso de bloques patrón cuadrado en una medición de comparación de altura

Capítulo II Fabricación de Bloques Patrón en Japón

Los bloques patrón fueron fabricados y vendidos por primera vez en Japón por Taisuke Tsugami (1893-1974)^{6, 7}. El comenzó a investigar sobre la producción nacional de bloques patrón en 1923 y estableció Tsugami Seisakusho Co., Ltd. en 1928 (rebautizado más tarde, Toyo Seiki Co., Ltd. y actualmente, Mitsui Seiki Kogyo Co., Ltd.). La compañía recibió un pago de incentivo industrial de 10 mil yenes del Departamento Industrial y Comercial y estableció una instalación avanzada con equipos de los principales fabricantes, como una sala de temperatura y humedad constante, interferómetro Zeiss y barrenador de plantilla SIP.

Su empresa tuvo éxito en la fabricación de prueba en 1931 y comenzó la producción y venta de bloques patrón bajo la etiqueta de marca Mitsui Seiki Kogyo en 1934. Taisuke Tsugami confiaba en la calidad de los bloques patrón de su empresa y lamentó que los clientes no creyeran en su calidad simplemente porque eran productos nacionales.

En ese momento, las fábricas militares y navales tenían bloques patrón Johansson que eran considerados como los mejores del mundo. Taisuke Tsugami tomó prestados esos bloques patrón para verificar la estabilidad dimensional e hizo una presentación del informe a la revista técnica del Reino Unido Engineering. Mientras tanto, Johansson presentó el resultado de la investigación sobre los bloques patrón de Tsugami a la Revista de la Asociación de Medidas de exactitud. El debate continuó durante 3 años.

Después de eso, Tsugami llevó a cabo la producción a gran escala de bloques patrón en 1937 en Tsugami Seisakusho Co., Ltd. (actualmente TSUGAMI Corporation, asumiendo el control de Toyo Seiki Co., Ltd.) establecida en Nagaoka en la prefectura de Niigata, además de Mitsui Seiki Kogyo Co., Ltd. Siguiendo el liderazgo pionero de Tsugami en Japón, Saburo Kuroda⁸ el fundador de Kuroda Gauge Manufacturing Company (actualmente Kuroda Precision Industries), que era independiente de SONOIKE MFG. (actualmente AMADA), tuvo éxito en el desarrollo de bloques patrón en 1934 y comenzó la producción completa en 1935.

Las fuerzas militares y navales estaban entusiasmadas con participar en la producción nacional de bloques patrón, probablemente comenzando la producción en algún momento

alrededor de 1934. Cincuenta o más trabajadores podrían haber trabajado para Kokura Military Arms Factory como personal del bloque patrón. Mientras tanto, Kure Naval Arsenal promovió el desarrollo de la tecnología de bloques patrón. En 1935, Toyo Kogyo Co., Ltd. introdujo la tecnología del arsenal y comenzó la producción y venta de bloques patrón. Nachi-Fujikoshi Corp. inició la producción de bloques patrón en 1937, y un año después también lo hizo la FÁBRICA DE SEKI KOUHAN (actualmente SEKI KOUHAN, LIMITED). Luego, en 1955, Mitutoyo Manufacture Co., Ltd. (actualmente Mitutoyo Corporation) inició las ventas de bloques patrón y en 1965, Showa Seiko Co., Ltd. en Hiroshima inició la comercialización a gran escala.⁹

Capítulo III Producción de bloques patrón por Mitutoyo



Figura 13 Yehan Numata, el fundador de Mitutoyo.

Mitutoyo comenzó a producir bloques patrón junto con la producción nacional de micrómetros¹⁰. Yehan Numata (1897-1994, Figura 13), el fundador de Mitutoyo Manufacture Co., Ltd (actualmente Mitutoyo Corporation), que era un oficial de estadísticas del Departamento de Recursos del Gabinete en ese momento, tuvo la idea de la promoción empresarial con el propósito de obtener fondos para el trabajo misionero del budismo. En 1934 estableció un laboratorio de investigación en Musashi Shinden en Tokio y lanzó la producción nacional de micrómetros con varias personas empleadas, en ese tiempo los micrómetros eran productos que se importaban. Sin embargo, el negocio no rindió la calidad de resultados que deseaba, por lo que renunció a su cargo en el gobierno para concentrarse en su negocio y construyó una fábrica en Kamata Tokio, nombrándola Manufactura Mitutoyo (Figura

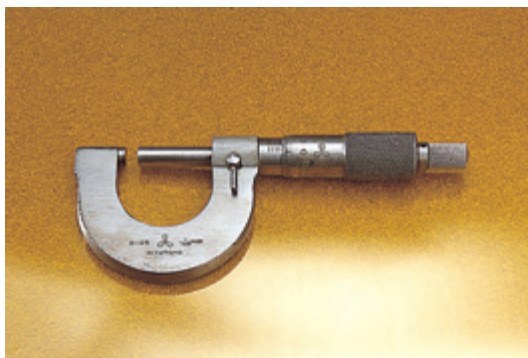


Figura 14 Primer micrómetro de Mitutoyo (1937)



Figura 15 Modelo de la fábrica de Kamata (construido por Taro Morioka de Kogeisha)

15). Repitiendo la fabricación y evaluación de prueba muchas veces, en diciembre del mismo año finalmente logró fabricar micrómetros de buena calidad y, a partir del año siguiente, 1937, comenzaron las ventas (Figura 14).

Fabricación de prueba de bloques patrón en la fábrica de Kamata

Los micrómetros se inspeccionaron en ese momento utilizando bloques patrón de Johansson. La investigación sobre bloques patrón se inició en la fábrica de Kamata con miras a la fabricación propia y la fabricación de prueba de los mismos en 1941 resultó exitosa.

Producción de bloques patrón para uso interno en la planta de Mizonokuchi

En 1940, la planta de Mizonokuchi (Figura 16) en Kawasaki en la prefectura de Kanagawa se puso en línea para la producción en serie de micrómetros y la producción aumentó a 1,000 piezas por mes.

Mitutoyo comenzó la producción de bloques patrón en la planta de Mizonokuchi, donde a partir de 1942 se produjeron en serie bloques patrón para uso interno para inspeccionar micrómetros. En ese momento, Mitutoyo utilizó el Ultra Optímetro y el Optímetro Horizontal Zeiss para la inspección de bloques patrón



Figura 16 Planta de Mizonokuchi

y, al año siguiente, logró la fabricación de prueba de su propio micrómetro electrónico de capacitancia electrostática.

Produciendo bloques patrón para la venta en la planta de Utsunomiya

En 1944 entró en funcionamiento la Planta de Utsunomiya (Figura 17), tras lo cual se trasladó allí la producción de bloques patrón.

En 1945, la fábrica de Kamata se perdió debido a los daños causados por la guerra y la planta de Mizonokuchi también se cerró temporalmente. Dado que el mercado interno colapsó después de la Segunda Guerra Mundial, la producción de instrumentos de medición no pudo continuar debido a una fuerte caída de la demanda. Mitutoyo solo continuó operando con la Planta Utsunomiya que, durante este período, producía productos básicos como calentadores eléctricos, cortapelos y cuchillos de cocina para apoyar el sustento de los empleados. Luego, la planta de Utsunomiya fabricó tubos de madera para hilar, máquinas de pesaje automáticas y máquinas de pesaje y clasificación automáticas para caramelos, barras de goma de mascar, condimentos Ajinomoto y pelotas de golf, etc., mientras que la gerencia de la planta planificó una recuperación temprana.



Figura 17 Planta de Utsunomiya

La planta de Mizonokuchi continuó con la producción mínima de micrómetros para preservar las tecnologías de producción asociadas. Además, el Laboratorio de Investigación de Hiroshima, fundado en Shiwa en la prefectura de Hiroshima, el lugar de nacimiento del fundador, comenzó la producción de micrómetros en 1947 por empleados desmovilizados, junto con el personal existente. En 1949, de acuerdo con la intención original del fundador, Mitutoyo reinició la producción de micrómetros en la planta de Mizonokuchi y también comenzó la producción de calibradores y medidores de altura en la planta de Utsunomiya. La primera vez que Mitutoyo vendió bloques patrón fue en 1955 cuando la planta de Utsunomiya produjo el juego de bloques patrón de 8 piezas para inspección micrométrica (Figura 18). Un instrumento de medición de la más alta exactitud es esencial para la producción de bloques patrón. Mitutoyo desarrolló algunos instrumentos de medición de muy alta exactitud junto con la producción de bloques patrón. Para ilustrar ejemplos de estos instrumentos de medición, en 1957 la planta de Utsunomiya fabricó el dispositivo de ajuste de la inclinación del bloque patrón en el instrumento de medición del bloque patrón incorporado en un tanque de temperatura constante suministrado al Instituto Central de Inspección de Pesas y Medidas y, en 1953 y 1960, el sistema de medición de longitud interferométrica en el barómetro estándar interferométrico desarrollado por el Instituto Central de Inspección de Pesas y Medidas. En 1964, se adoptó la segunda versión mejorada de este barómetro como barómetro de laboratorio estándar en Japón.

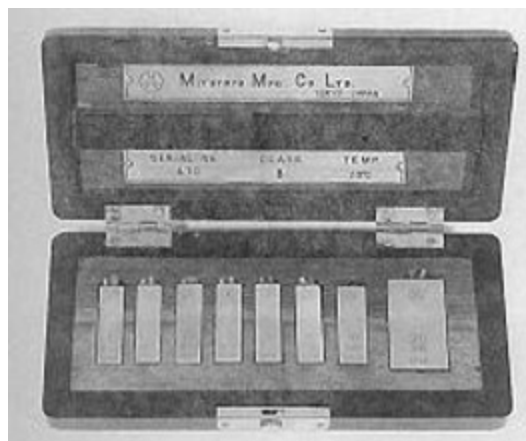


Figura 18 Juego de bloque patrón para inspección de micrómetros



Figura 19 Interferómetro del sistema Riken

En 1958, se produjo experimentalmente un interferómetro del sistema Riken (utilizando el método de medición comparativo) (Figura 19) y se pusieron en producción indicadores de alta exactitud con una resolución de $1\ \mu\text{m}$. La planta de Utsunomiya desarrolló un microindicador digital de alta exactitud utilizando un transformador diferencial en 1961, y el Departamento de Investigación de la sede de Mitutoyo desarrolló el medidor de rugosidad superficial AA-1 del sistema Okoshi de alta exactitud con un aumento mejorado de 24.000X en 1962. Mientras tanto, el Departamento de Investigación de la sede de Mitutoyo desarrolló el Ultra Comparador con una resolución de $0.01\ \mu\text{m}$ (Figura 20) utilizando el principio de un medidor de tensión en 1962. Este comparador recibió un premio como uno de los Diez Grandes Nuevos Productos Nikkan Kogyo Shinbun en el próximo año.

En 1957, la planta de Mizonokuchi comenzó la producción de micrómetros de control de altura (patrones de altura,



Figura 20 Ultra Comparador

posteriormente renombrados como *maestros de altura*) (Figura 21) mediante el uso de bloques patrón apilados. Aunque el diseño del Maestro de Altura (y el Check Master asociado) se ha cambiado varias veces, los clientes los han utilizado con regularidad durante más de medio siglo y representan un producto verdaderamente duradero (Figuras 22, 23 y 24).



Figura 21 Maestro de altura original (micrómetro de control de altura)



Figura 22 Maestro de altura actual (tipo analógico)



Figura 23 Maestro de altura actual (tipo digital)



Figura 24 Check Master actual

Construcción del Laboratorio de Investigación Numata y producción a gran escala de bloques patrón

En 1940 se construyó el Laboratorio de Investigación Numata (Figura 25), más tarde la fábrica dedicada a bloques patrón, para Investigación y Desarrollo en instrumentos de medición en el área de Shonan de Chigasaki en la prefectura de Kanagawa (estación más cercana: Tsujido en la línea Tokaido). Sin embargo, dado que fue difícil importar máquinas de laboratorio de empresas alemanas durante la Segunda Guerra Mundial, el establecimiento se utilizó como una instalación de recreación para los empleados. Finalmente, en 1961, el laboratorio volvió a ser una fábrica que producía micrómetros, cabezas micrométricas, micrómetros de interior, etc.

Toshihide Numata, director (actualmente asesor senior de Mitutoyo, 1932-), que es el hijo mayor del fundador, y Hiroshi Sasaki, gerente de planta (ex vicepresidente de Mitutoyo) administraron sus operaciones.

Según la información estadística del Ministerio de Comercio Internacional e Industria sobre la situación de las ventas de bloques patrón nacionales en ese momento, la cantidad total de ventas de bloques patrón en cuatro empresas: Tsugami, Kuroda Precision Industries, Toyo Kogyo y Nachi-Fujikoshi en 1962 fue de 140 millones de yenes al año, y eso en cinco empresas, incluida Showa Seiko en 1965, era de 250 millones de yenes al año. Las ventas totales en 1967 fueron de 290 millones de yenes. Entre esas empresas, los bloques patrón de Tsugami tenían casi un 80% de participación de los principales usuarios y los de



Figura 25 Laboratorio de Investigación de Numata en el momento de iniciar operaciones (1961)



Figura 26 Nueva fábrica del Laboratorio de Investigación Numata (1966)

Kuroda Precision Industries representaban el 40% de las ventas nacionales totales.

Independientemente de las ventas de bloques patrón para inspección micrométrica desde 1955, Mitutoyo no logró una posición sólida en el mercado debido a una selección limitada de bloques y un menor volumen de ventas que otras compañías en ese momento.

En 1967, los bloques patrón de la marca Mitutoyo se introdujeron en el mercado a gran escala. El Laboratorio de Investigación de Numata fue reconstruido para convertirse en una instalación dedicada a bloques patrón y en 1966 se completó una nueva planta de dos pisos, construida con bloques de concreto bien aislados y equipada con una sala de temperatura constante.

En el mismo año, la producción de bloques patrón se transfirió de la planta de Utsunomiya a esta planta donde se reubicó o se adquirió recientemente el equipo de mecanizado y tratamiento térmico, y se construyó una sala dedicada al tratamiento térmico. También se introdujo una máquina lapeadora desarrollada en la planta de Mizonokuchi.

Como antecedente de la entrada en la comercialización a gran escala de los bloques patrón de Mitutoyo, MTI Corporation (fundada en 1963 como una subsidiaria de ventas local en los EE. UU.) Había solicitado un lanzamiento temprano de los mismos al mercado. Mitutoyo elaboró un plan de producción desde el principio con miras al mercado mundial mediante la fabricación de productos basados en el cumplimiento de las normas estadounidenses y nacionales (así como las normas alemanas).



Figura 27 Lapeado de bloques patrón (1966)

La fábrica comenzó primero discretamente la producción de bloques patrón y luego juegos de bloques de 81 piezas (tamaños en pulgadas). La producción alcanzó 1,000 piezas al mes el primer año y 10,000 piezas al mes el año siguiente. Lapeado de bloques patrón (Figura 27) requiere mucha habilidad. Aunque este había sido un proceso manual durante muchos años, la producción en masa se implementó desde el principio mediante la introducción de una máquina lapeadora. Esto se debió a que el lapeado mecánico permitió fabricar bloques patrón de alta calidad con un alto grado de planitud y paralelismo y poca variación de tamaño a bajo costo, sin recurrir a trabajadores calificados.



Figura 28 Interferómetro Koester (comparador de interferencias fabricado por Carl Zeiss Jena Corporation en la antigua Alemania del Este)

Otros fabricantes nacionales también estaban promoviendo el cambio a máquinas de pulido en ese momento. Se reubicaron las instalaciones de inspección, incluidos los microindicadores digitales internos, los instrumentos interferométricos de medición de la planitud y el interferómetro Koester (Figura 28), y se introdujeron los Optímetros Zeiss (Projektions Optimeter). Mitutoyo trasladó a empleados jóvenes a la Planta de Utsunomiya para su capacitación en lapeado y mecanizado y al Laboratorio de Investigación en Metrología, una Agencia de Tecnología de Ciencia Industrial en el Ministerio de Comercio Internacional e Industria para la adquisición de tecnología de medición interferométrica. Posteriormente, tres empleados veteranos fueron transferidos de la planta de Utsunomiya. La fábrica también produjo los bloques patrón especiales para los maestros de altura además de los bloques patrón de referencia. En el mismo año, Mitutoyo inició las ventas del Digital Height Master (de tipo contador), que fue nuestro primer producto digital. Desde 1968, Mitutoyo ha participado en Comparaciones de Medición Round-robin de Bloques patrón (la comparación de la exactitud de la medición comenzó en 1955 entre los fabricantes, laboratorios y los principales usuarios que tienen interferómetros) bajo los auspicios del Laboratorio de Investigación de Metrología, con la intención de mantener la trazabilidad y mejorar la tecnología de la medición.



Figura 29 Inspección de bloques patrón (1966)

Historia del desarrollo de productos y desarrollo técnico.

Este capítulo describe la historia del desarrollo de tecnología y productos de bloques patrón de Mitutoyo.

1970

Se mejoró la gama de juegos de bloques patrón ofrecidos y se logró una entrada a gran escala en el mercado (juegos métricos de 103, 76, 56, 47, 32, 18 y 9 piezas, y un juego de 10 piezas para calibrar micrómetros). En este año se mejoró el método de marcado de números de serie pasando del grabado con pantógrafo al de impresión mediante película fotográfica para obtener letras más claras antes que otros fabricantes (Figura 30).

1972

Se inició la producción de juegos de bloques patrón de base de 2 mm. Este juego fue diseñado para facilitar la operación de adherencia cambiando la dimensión de la base de 1 mm a 2 mm. Esto se debe a que los bloques patrón más grueso son más planos y, por lo tanto, provocan el efecto de adherirse más fácilmente. Se logró una producción mensual de 30,000 piezas.

1973

Se inició la producción de bloques patrón de carburo de tungsteno. Desarrolló el primer probador automático de calibración de bloques patrón de Mitutoyo (Figura 31).



Figura 30 Juego de bloques patrón de 103 piezas (fabricado por Mitutoyo)

Este desarrollo hizo posible realizar la medición de bloques patrón de ultra alta exactitud de manera eficiente sin requerir de habilidades especiales.

Este probador que hace época fue provisto con sensores de alta exactitud de tipo transformador diferencial y una unidad de posicionamiento de tipo leva, además de funciones de cálculo automático, juicio de grado y juicio de error usando una computadora, lo que luego impulsó sus ventas a varios usuarios externos importantes. Se logró una producción mensual de 40,000 piezas.

1974

Desarrolló un juego de bloques patrón largos de 8 piezas (Figura 32) y un juego de bloques patrón de carburo de tungsteno de 10 piezas para calibrar micrómetros.



Figura 31 Calibración de bloques patrón con el probador de calibración automático original



Figura 32 Bloques patrón largos

1975

Se inició la producción de bloques patrón largos que van desde un tamaño nominal de 600 mm a 1000 mm. Se logró desarrollar los primeros bloques patrón ultradelgados del mundo con un tamaño nominal de 0.1 mm (Figura 33).



Figura 33 Juego de bloques patrón ultradelgados

1981

20 Aniversario del inicio de la producción en el Laboratorio de Investigación de Numata. Se logró una producción total de 5 millones de piezas.

1982

Se inició la producción de bloques patrón cuadrados en respuesta a la alta demanda de los EE. UU. (SGB, tipo Hoke) (Figura 34).

Se fundó el Laboratorio de Investigación de Tecnología de Medición en el sitio de Mizonokuchi y comenzó el negocio de calibración de longitud de onda para láseres disponibles para la medición absoluta de bloques patrón. El sistema de calibración de longitud de onda láser se desarrolló el año siguiente, momento en el que se completó el sistema de suministro de patrones de Mitutoyo.



Figura 34 Bloques patrón cuadrados

1984

El interferómetro automático para bloques patrón largos (Figura 35), desarrollado por el Laboratorio de Investigación de Tecnología de Medición, se introdujo en el Laboratorio de Investigación de Numata, donde se había hecho posible la medición de bloques patrón largos hasta un tamaño nominal de 1000 mm. En este interferómetro se utilizó la tecnología empleada por Mitutoyo para la fabricación de la pieza de soporte cuando se llevó a cabo la producción de prueba del interferómetro de 1 m en el Instituto Central de Inspección de Pesas y Medidas, Agencia de Ciencia y Tecnología Industrial (más tarde Laboratorio de Investigación de Metrología) se utilizó en 1957. En Japón, este interferómetro es utilizado solo por Mitutoyo y el Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología Industrial Avanzada (AIST, el antiguo Laboratorio de Investigación de Metrología), que es una de las agencias públicas de investigación.



Figura 35 Interferómetro para medir bloques patrón largos

Hasta entonces, la escala de producción de bloques patrón también se había expandido y, por lo tanto, el espacio disponible en el Laboratorio de Investigación de Numata se había vuelto insuficiente para reforzar/aumentar las instalaciones de producción. Además, dado que había una fuerte iniciativa de bienvenida en ese momento de la prefectura de Miyazaki, surgió un plan para fundar una fábrica allí, y Mitutoyo decidió transferir la base de fabricación de bloques patrón a la prefectura de Miyazaki a finales de año. El uso práctico de las cerámicas finas como materiales industriales avanzó en la década de 1980 debido a sus obvias ventajas, entre ellas una mayor dureza y resistencia al desgaste y su naturaleza libre de corrosión en comparación con el acero, lo que sugirió la posibilidad de aplicarlas a la fabricación de bloques patrón. En el mismo período, también en el Laboratorio de Investigación de Numata, se inició el desarrollo de bloques patrón cerámicos. Después de realizar varias pruebas de producción y evaluar bloques patrón utilizando varios tipos de materiales cerámicos, llegaron a la conclusión de que la zirconia era la más prometedora. En 1985 se realizó una prueba mediante la fabricación de bloques de medición de desgaste (tamaños nominales de 1 mm y 2 mm) de cerámica de circonio, y se presentaron en una exposición privada. En cuanto a la comercialización, aún quedaba la necesidad de reducir el costo de los materiales y resolver algunos problemas técnicos pendientes (Figura 36).



Figura 36 Bloques patrón de acero Mitutoyo (atrás) y bloques patrón de cerámica (frente)

Progreso en la planta de Miyazaki



Figura 37 Miyazaki Mitutoyo Precision Co., Ltd. (actualmente Mitutoyo Miyazaki Plant Co., Ltd.)

En octubre de 1985, la producción de bloques patrón se trasladó del Laboratorio de Investigación de Numata a Miyazaki (Complejo Industrial Tano-Cho Tsukijihara de la Prefectura de Miyazaki) ubicado en el sur del país. La planta de Miyazaki (Figura 37) fue la 12ª fábrica de Mitutoyo en Japón y es una instalación de vanguardia dedicada a la producción de bloques patrón. Tiene una gran sala de medición de exactitud ubicada a 5.5 m bajo tierra para garantizar las condiciones ambientales más estables. En este momento, la producción de Maestros de Altura (incluido Check Masters), que siempre se había producido en las operaciones de Utsunomiya, también se transfirió a la planta de Miyazaki. El año siguiente comenzó la producción de bloques largos de forma cuadrada (SGB). La planta Miyazaki se fundó como Miyazaki Mitutoyo Precision Co., Ltd., como una de las afiliadas de Mitutoyo y, cinco años después, su nombre se cambió a Miyazaki Mitutoyo Co., Ltd., y luego se cambió nuevamente a Mitutoyo Hiroshima Operations Co., Ltd., en 1993. Más tarde se convirtió en el Departamento de Fabricación de Miyazaki de Operaciones de Hiroshima y, por último, desde abril de 2009, se convirtió en la Planta de Miyazaki. A continuación se muestra una breve revisión de las características que debe poseer un bloque patrón de acero y el método de fabricación.

En primer lugar, se requiere que los bloques patrón de acero estén sujetos a una variación mínima en su tamaño debido al desgaste del uso normal, por ejemplo: fricción, adherencia, etc. Para lograr esto, los bloques patrón deben tener una dureza Vickers (HV) de 800 o más.



Figura 38 Línea de tratamiento térmico

Por lo tanto, se debe utilizar como material base de acero con alto contenido de carbono, que se endurece fácilmente mediante el templado (enfriamiento rápido después del calentamiento) (Figura 38). Para la producción comercial se utiliza una aleación especial de acero al carbono para herramientas. Si dicho material se enfría rápidamente (templa) en agua o aceite después de calentarlo, de manera similar a como se realiza el temple a una espada japonesa, su estructura cristalina se transforma en una forma muy dura. Después del endurecimiento, se aplican varios tipos de procesos de estabilización, incluidos el templado y el recocido. El requisito de estabilidad dimensional (la cantidad de cambio secular permitido) para un bloque patrón es muy alto y está definido por una norma internacional (ISO 3650) en $0.045\mu\text{m}$ o menos por 100 mm por año y $0.27\mu\text{m}$ o menos por 1m por año en el caso de bloques patrón de grado K o O (cero). Por lo tanto, todos los fabricantes de bloques patrón hacen grandes esfuerzos para suprimir un posible cambio secular mediante el diseño de métodos especiales de tratamiento térmico para aliviar las tensiones residuales del proceso en sus bloques patrón de acero que de otro modo reducirían el rendimiento



Figura 39 Bloque CERA



Figura 40 Línea de procesamiento / conformado térmico para cerámica

En 1988 Mitutoyo inició la producción y venta a gran escala del primer bloque patrón cerámico de circonio del mundo llamado bloque CERA (tipo rectangular) (Figura 39). Este bloque patrón blanco como la nieve tiene características notables que incluyen una resistencia extrema al desgaste, no requiere manipulación especial (no se corroe) y tiene un cambio secular muy bajo, propiedades que tradicionalmente han sido los puntos más débiles de los bloques patrón de acero. Además, el coeficiente de expansión térmica es cercano al de los bloques patrón de acero, por lo que los bloques CERA se pueden usar como reemplazos directos de los bloques de acero sin la necesidad de correcciones de temperatura cuando se trabaja con piezas de trabajo de acero. Esto contrasta con los bloques patrón de carburo de tungsteno, comercializados convencionalmente como un bloque con alta resistencia al desgaste y a la abrasión, que tienen un coeficiente de expansión térmica solo la mitad que los bloques de acero y un módulo de elasticidad muy diferente, por lo que no se pueden usar fácilmente con acero. componentes, que requieren un mayor cuidado y precaución al usarlos para evitar el riesgo de que surjan errores dimensionales. La resistencia al desgaste y la abrasión de los bloques CERA es al menos 10 veces mejor que los bloques de acero, y el cambio secular es incluso menor que la incertidumbre resultante de la medición del interferómetro, por lo que es prácticamente cero. Además, para disipar cualquier preocupación de los usuarios sobre la fragilidad percibida de la cerámica, el material utilizado para los bloques CERA se ha hecho muy resistente a la abrasión mediante la implementación de un sistema de producción integrado desde la materia prima hasta el producto terminado (Figura 40) que incluye la inversión en

procesamiento térmico avanzado. plantas y fábricas dedicadas a la cerámica, lo que también ha logrado un alto aseguramiento de calidad y un costo competitivo para este producto. Antes de estas acciones, Mitutoyo empleó a graduados universitarios en cerámica y envió aprendices al Centro Japonés de Cerámica Fina en Nagoya para que dominaran las técnicas de procesamiento / conformado por calor que se necesitaban. Como resultado de estos esfuerzos, casi no ha habido quejas de los usuarios con respecto al astillado o agrietamiento de los bloques CERA desde la introducción de este producto excepcional en el mercado. A partir de entonces, aunque los bloques patrón con circonio comenzaron a ser comercializados por otros proveedores tanto dentro como fuera de Japón, el bloque CERA sigue siendo visto en todo el mundo como el epítome de un bloque patrón cerámico, lo que demuestra las muchas características eminentes de su tipo, tales como larga vida, libre de corrosión y extrema resistencia al desgaste.

Historia del desarrollo de productos y desarrollo técnico (continuación)

1990

Comenzó la producción de bloques CERA largos hasta un tamaño nominal de 500 mm (Figura 41).



Figura 41 Bloques largos de CERA

1991

Se inició la producción de bloques CERA cuadrados.

1992

Logró la producción acumulada total de cinco millones de piezas en la planta de Miyazaki.

1993

Se presentó el interferómetro de bloque patrón automático (GBI) (Figura 42) desarrollado en el Centro de Investigación y Desarrollo

de Kawasaki (MKC). Este interferómetro está provisto de una función para leer automáticamente las franjas de interferencia, contribuyendo así a la mejora tanto de la exactitud como de la eficiencia en la medición interferométrica. Hasta entonces, Mitutoyo había utilizado interferómetros fabricados por Zeiss durante muchos años.

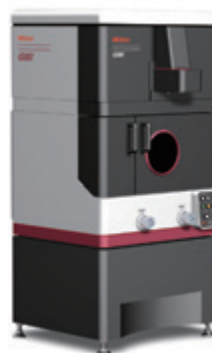


Figura 42 Interferómetro de bloque patrón automático (GBI)

1994

Con el objetivo de mejorar la exactitud en las mediciones de comparación mediante la introducción del comparador automático de bloques patrón (Figura 43) con palpador de señal táctil bidireccional, que se desarrolló en el Centro de investigación y desarrollo de Kawasaki (MKC). Adquirió la certificación del primer laboratorio de calibración autorizado por JCSS (Japanese Calibration Service System) en calibración de bloques patrón basado en la Ley de Medición, y el Laboratorio de Investigación de Tsukuba adquirió la acreditación de laboratorio de calibración autorizado por JCSS en calibración de longitud de onda láser. La planta de Miyazaki adquirió la acreditación de ISO9002 (sistema de calidad de la Organización Internacional de Normalización), que fue la primera dentro de la organización nacional de Mitutoyo.



Figura 43 Comparador automático de bloques patrón

1995

Acreditación adquirida como organización de calibración que cumple con ISO / IEC 17025 (requisitos generales con respecto a la capacidad de una estación de prueba y organización de calibración que está definida por la Organización Internacional de Normalización) de RvA NKO (Asociación de Calibración de los Países Bajos / Organización de Acreditación de los Países Bajos). Dado que el Certificado de calibración JCSS emitido por Mitutoyo para un bloque patrón está respaldado por la acreditación MRA (Acuerdo de reconocimiento mutuo) basada en APLAC (Cooperación de acreditación de laboratorios de Asia y el Pacífico) e ILAC (Cooperación internacional de acreditación de laboratorios), también es válido en cada país (naciones occidentales y asiáticas) afiliado a estas organizaciones. En este contexto, Mitutoyo planeó presentar la segunda versión del Interferómetro para calibrar bloques patrón automático (GBI) que utilizaba dos longitudes de onda láser.

1998

Se inició la producción del primer bloque patrón de vidrio de baja expansión del mundo, desarrollado como patrón de referencia en apoyo de la tendencia hacia las máquinas de medición por coordenadas de exactitud con compensación de temperatura (CMM) (Figura 44). Debido a que el funcionamiento exitoso de este tipo de CMM depende de conocer el efecto de las diferencias de temperatura entre una pieza de trabajo y las escalas de la CMM, se requiere un bloque patrón con un coeficiente de expansión térmica mucho menor para minimizar la incertidumbre en la calibración que establece esta relación. En este año, coincidiendo con el décimo aniversario de las ventas iniciales del bloque CERA, Shunji Sudo (vicegerente de planta y jefe de la sección de control de calidad de la planta Miyazaki), realizó una presentación de investigación sobre la compensación de fase de un bloque CERA en una reunión de la Sociedad Internacional de Ingeniería Óptica, SPIE) celebrada en Europa. El discurso se refería al informe sobre la fiabilidad de las mediciones interferométricas de los bloques CERA, que ya se había difundido ampliamente.

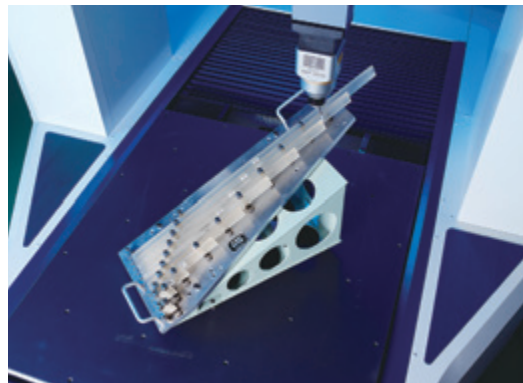


Figura 44 Calibración de una máquina de medición por coordenadas de alta exactitud con bloques patrón de vidrio de baja expansión

2000

Comenzó a vender el juego de 122 piezas que contenía la mayor cantidad de bloques patrón jamás comercializados.

2002

Lanzamiento del desarrollo de tecnología para procesar bloques patrón de una pieza hechos a una dimensión especial (dimensión especificada por el cliente). Acortó el período de entrega de los bloques patrón de dimensiones especiales y, por lo tanto, ganó muchos clientes.

2003

Anunció la introducción de conjuntos mixtos de bloques de acero y bloques CERA. Estos conjuntos ofrecieron una mayor resistencia al desgaste mediante el uso de bloques CERA para aquellos bloques que se utilizan con mayor frecuencia en el uso normal. Este desarrollo fue para satisfacer la demanda de los clientes de un juego de bloques patrón de menor precio, pero aún más duradero.

2004

Alcanzó el nivel de rendimiento más alto del mundo en la capacidad de medición de interferómetro de bloques patrón entre los laboratorios de calibración autorizados por JCSS (Incertidumbre de medición = 0.03 micrómetros / 100 mm).

2005

Desarrolló el interferómetro de tipo sin contacto original de Mitutoyo que puede medir el coeficiente de expansión térmica de los bloques patrón con alta exactitud.

2006

Comenzó a vender los primeros bloques patrón del mundo (bloques de acero / CERA) (Figura 45) diseñados para aplicaciones que requieren bloques calibrados no solo por tamaño sino también por coeficiente de expansión térmica.



Figura 45 Bloque patrón con un coeficiente de expansión térmica calibrado

2009

Desarrolló el primer bloque patrón cerámico del mundo con un coeficiente de expansión térmica insignificante. Este bloque Zero CERA (Figura 46) ha sido utilizado por universidades y organizaciones de investigación, además de importantes clientes de empresas, para la investigación sobre la calibración de máquinas de medición por coordenadas y otras aplicaciones de alta exactitud.



Figura 46 Bloque Zero CERA



Figura 47 Soporte de bloque patrón para calibración de micrómetros (desarrollado en 2002)



Figura 48 Juego de bloques patrón de 122 piezas (desarrollado en 1999)

Epílogo

El año 2012 marca 70 años desde que Mitutoyo comenzó la producción de bloques patrón. Desde el momento en que el Laboratorio de Investigación Numata ingresó al mercado en una base de producción a gran escala, la producción de bloques patrón de Mitutoyo ahora excede un total de 23 millones de piezas en 45 años, y continúan utilizándose en todo el mundo. Mitutoyo ha cultivado técnicas de procesamiento avanzadas a lo largo de los años con su investigación y desarrollo, avanzando la tecnología de medición y creando nuevos productos, como nuevos tipos de bloques patrón, así como equipos de medición de vanguardia para la evaluación de bloques patrón. Con una reputación de innovación y confiabilidad respaldada por la historia, y una extensa red de ventas / servicio que se extiende por todo el mundo, Mitutoyo continúa apoyando a las industrias manufactureras donde quiera que se encuentren.

Escrito por Tetsuo Kosuda, Gerente de planta de Miyazaki.



Figura 49 Planta de Mitutoyo Miyazaki, Co., Ltd.

<<La Historia de los Bloques Patrón>>

Primera edición: enero de 2013

No está para la venta

Editorial: Mitutoyo Corporation

- 1) Kesakatsu Koizumi (1961). Historia de Pesos y Medidas. Instituto Central de Inspección de Pesas y Medidas de la Agencia de Ciencia y Tecnología Industrial.
- 2) Tamotsu Aoki (1933). Instrumentos de medición y medición de exactitud. Maruzen.
- 3) Nobuo Suga. El maestro de la medición - Carl E. Johansson. Artículo de serie incluido en el boletín interno *Enfoque* de Mitutoyo Corporation. Basado en una traducción japonesa de Carl Edvard Johansson: The Master of Measurement (Johansson).
- 4) Masaji Sawabe: Temperatura normal en medición industrial - Circunstancias de su establecimiento y problemas. Investigación de máquinas (2001), vol. 53, N ° 7.
- 5) Ted Doiron. 20 ° C: Una breve historia de la temperatura de referencia estándar para mediciones dimensionales industriales. Revista de investigación del Instituto Nacional de Normas y Tecnología (2007), 112, 1-23.
- 6) Taisuke Tsugami: Bloques patrones y yo mismo. Mikuro: Revista conmemorativa de la Asociación Japonesa de Instrumentos de Medición de Exactitud por el vigésimo aniversario de su fundación (1978).
- 7) Kenzo Tsugami (1962). Instrumento de medición de fábrica Lectura 8 bloque patrón. Nikkan Kogyo Shimbun.
- 8) Kuroda Precision Industries, Ltd. Revista de 70 años.
- 9) Mikuro (1978). Revista conmemorativa de la Asociación Japonesa de Instrumentos de Medición de Exactitud por el 20º aniversario de su fundación.
- 10) Los siguientes documentos / materiales de Mitutoyo Corporation:
 - Shokichi Miyazaki: Buscando la raíz de los instrumentos de medición - Micrómetro, Vernier Caliper y Bloque patrón (Museo Mitutoyo)
 - Historia de Mitutoyo - Guiando el Salón Conmemorativo Numata (Salón Conmemorativo Mitutoyo Numata)
 - Sasaki Hiroshi Registro de la conferencia: 50 años de bloques patrón de Mitutoyo (1998)
 - Salón Memorial Mitutoyo Numata
 - Instalaciones y materiales de origen que posee el Museo Mitutoyo
 - Revista Mitutoyo 50 años
 - Revista 50 años de la Planta Mitutoyo Mizonokuchi
 - Revista Mitutoyo Operaciones de Utsunomiya 50 años
 - Revista de los 10 años de la Planta Mitutoyo Miyazaki
 - Catálogo de Mitutoyo y página de inicio del sitio web

Copyright © Mitutoyo Corporation 2013

El contenido de este documento está protegido por ley. No lo reproduzca, reimprima, cite, ni modifique sin permiso.



Para mayor información sobre nuestros productos,
consulte nuestra página web.

Al exportar o re-exportar cualquiera de nuestros productos usted puede cometer alguna acción que directa o indirectamente viole cualquier ley o regulación de Japón, de nuestro país o de cualquier tratado internacional. Por favor consúltenos antes, si desea trasladar nuestros productos a cualquier otro país.

Nota: Toda la información respecto a nuestros productos y en particular las ilustraciones, dibujos, datos de dimensiones y de desempeño contenidos en este folleto, así como los datos técnicos, deben considerarse como valores promedio. Por lo tanto, nos reservamos el derecho de hacer cambios a los diseños, dimensiones y pesos correspondientes.

Mitutoyo

TO BE MADE IS TO BE MEASURED

Mitutoyo Mexicana SA de CV

Industria Eléctrica No. 15
Parque Industrial
Naucalpan de Juárez, estado de México
C.P. 53370

Tel.: (0155) 5312 5612
proyectos@mitutoyo.com.mx
www.mitutoyo.com.mx