

19



NL Octrooicentrum

11

2005591

12 C OCTROOI

21 Aanvraagnummer: **2005591**

51 Int.Cl.:
G01B 21/04 (2006.01) **G01B 3/30** (2006.01)

22 Aanvraag ingediend: **27.10.2010**

30 Voorrang:
03.05.2010 NL 2004650

43 Aanvraag gepubliceerd:
-

47 Octrooi verleend:
07.11.2011

45 Octrooischrift uitgegeven:
16.11.2011

73 Octrooihouder(s):
**Mitutoyo Research Center Europe B.V.
te BEST.**

72 Uitvinder(s):
Kazuhiko Hidaka te Best.

74 Gemachtigde:
**Ir. H.Th. van den Heuvel c.s.
te 'S-HERTOGENBOSCH.**

54 **Apparatus and method for calibrating a coordinate measuring apparatus.**

57 The invention concerns an apparatus for calibrating a coordinate measuring machine comprising a sensing probe, the apparatus comprising a test sphere, a base adapted to be fixed to a part of the coordinate measuring machine and a shaft connecting the test sphere with the base, wherein the apparatus comprises a reference element detectable by at the coordinate measuring machine and having a fixed spatial relation between the reference element and a defined origin on the surface of the test sphere. This reference element allows to refer the calibration results to the reference element, so that the errors in the calibration may be more accurately defined.

NL C 2005591

Dit octrooi is verleend ongeacht het bijgevoegde resultaat van het onderzoek naar de stand van de techniek en schriftelijke opinie. Het octrooischrift komt overeen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Apparatus and method for calibrating a coordinate measuring apparatus.

Background of the invention

5 The invention concerns the calibration of a coordinate measuring apparatus.

Errors prevailing in a coordinate measurement apparatus are partially caused by a probe error due to mainly a sensitivity variation as caused by the direction of contact and the deviation of the ball a part of stylus from the ideal sphere.

10

In prior art calibration the spherisity and diameter of ball are established. For this purpose an orientation of sphere is not required. It is however not possible for test sphere as there is no address or origin for the test sphere.

15 Another prior art calibration method of the ball makes use of the so called 'Three ball calibration method'. This is however complicated a complicated method and it does not follow the ISO standard for calibration

20 Further there are methods known to collect the measuring data at a zero force acting on the probe. However the deviation of shape of the ball from the ideal sphere remain. This is particularly a problem for measurements in the nanometer field.

25 A coordinate measuring machine (CMM), as depicted in figure 1A measures a volumetric artifact with a sensing probe (tactile probe or non tactile probe both). On the base of the CMM one scale for each of the directions in the x-, y- and z-axis are installed. The probe is attached at the bottom of z-beam which is movable in the direction of the z-axis. The three positions x, y, z on each scale are latched with trigger from the probe when it contacts the artifact.

30 However the scale position and its reading do not give a proper representation of the contact position, because this information contains two systematic errors, which are the radius of the ball of the stylus which is a part of the probe, and a distance of which the indicator of the scale has travelled from the true contact until latching, the so called 'lobbing'. The scale coordinate (x, y, z) is compensated using so called a test sphere.

The contact probe can be a touch probe or a scanning probe. In case of the scanning probe it has three orthogonal axes for the displacement of the stylus. The situation of measurement with the scanning probe is more complicated than with a touching probe because of several reasons. Alignment of probe axis is one thereof. Whichever, the compensation of probe error is required as common subject. ISO standard 10360-2 (touch probe), 10360-4(scanning probe) defines how to use the test sphere / master ball and the method. This situation is depicted in figure 1B.

A simple method for the touch probe is as follows. First measure four points on the surface of test sphere then define a center position (x_0, y_0, z_0) of the sphere. Subtracted half value of calibrated diameter of the test sphere from a calculated distance between the scale position and the center position become a value to be compensated for this contact point.

The equation describing this process is as follows.

$$(x-x_0)^2+(y-y_0)^2+(z-z_0)^2=(r_m+r_t)^2$$

(x_0, y_0, z_0) is the center position calculated by measurement data.

r_m is a radius of the test sphere (half of diameter)

r_t = radius of tip - displacement from contact until latching position

Figure 3 shows a situation when the probe measures equator of the test sphere. When the half of the value of the diameter of test sphere Σr_m is subtracted from the measurement data Σr_{an} becomes Σr_t . This family of values show a sensing characteristic concerning a direction of contact including a variation of radius of the test sphere. But modern accurate probes have a small error caused by lobbing. Therefore the variation of the radius of test sphere appears as relatively big.

Another remarkable point is object of calibration for the test sphere is not a radius but diameter. For the determination of the diameter the centre of the test sphere has not to be defined. A symmetrical lobbing characteristic of the probe is required as otherwise the position of the centre cannot be defined as a point. When the centre has been determined the deviation from the ideal center does not influence the volumetric

measurement. As shown in the figure 3, if ' $r_{t1} + r_{t2} = d_t$ ' the deviated compensation value which comes from an incorrect center position does not influence the value of ' d_m '. This idea is applicable to 2D or 3D measurement with negligible cosign error. The position of the artifact is only moved while keeping same information of measured data of shape
5 shown in Figure 4.

Nowadays the sphericity and diameter of the sphere can be determined by several methods, like the interference method by PTB, NIST or three ball measurement method by METAS with small uncertainty. The purpose of calibration of the ball by PTB and
10 NIST is to define the mass. The important information for this purpose is a volume of the ball. Orientation of the ball is out their issue. The method by PTB is disclosed in the document "Measurement Science and technology Meas". Sci. Technol. 17(2006)2527-2539, NIST and in CIRP Annals - Manufacturing Technology, Volume 53, Issue 1, 2004, Pages 451-454.

15

On the other hand the purpose of calibration by METAS is to know the shape of the ball on top of stylus to reduce uncertainty. The advantage of the method is on site calibration. Disadvantage is method needs many measurements to solve the equations with many unknown factors. This is described in the 'Measurement Science and
20 technology Meas. Sci. Technol. 18(2007)319327'.

The calibration method by METAS uses a special data acquisition method to calculate a position wherein the measuring force is zero. Zero force position is calculated from the curve. There is no lobbing value because of no travel from contact position. The method
25 realizes to split radius of tip and lobbing value. But the method does not comply to the ISO standard.

Summary of the invention

30 Following description regards to an idea to realize compensation of the error caused by such a probe characteristic using the test sphere on CMM. Anyway the test sphere has to be calibrated beforehand. Several methods have already been established above mentioned. The calibration method to be described subsequently is an application of this idea in case that a special test sphere as current idea is used.

Subsequently the present invention will be elucidated with the help of the following drawings, wherein show:

- 5 Figure 1A : a coordinate measuring machine, which can be calibrated by the present invention;
- Figure 1B : test spheres and an indication of the measuring points to be used according to the standards ISO 10360-2, 10360-4 respectively;
- 10 Figure 2 : diagrams showing a test sphere during the measurement of the equator and the possible errors;
- Figure 3 : diagrams of probes and the possible errors thereof;
- Figure 4 : diagrams of objects measured and the influence of artifacts caused by lack of sphericity of the probe tip used during the measurements;
- 15 Figure 5 : diagrams illustrating an example of an optical method for the sphericity calibration set up;
- Figure 6 : a diagram showing an embodiment containing an alignment jig supporting to define the nominal vector;
- Figure 7 : alternative embodiments of reference elements; and
- Figure 8 : other alternative embodiments of reference elements.

20

Description of preferred embodiments of the invention

Fig. 5 illustrates an example of an optical method for the sphericity calibration set up contain a reference surface to be the pair of the plate the position of the origin is easily
 25 defined. Every point on the sphere has individual radius because any sphere has form deviation, so called sphericity. These are also defined if once origin is defined in the coordination of CMM. Lobbing error in each direction is compensated like Fig. 4. Generally, the shaft is fixed by with screw by own. In this case an orientation of the plate depends on a condition on fixing method. Sometime the test sphere is fixed with
 30 tilt of shaft. Which means there is no guarantee the reference element is set with keeping a orientation for approach (The reference element may be positioned on the shaft below the sphere.) But it is not issue here because it is easily solvable with simple jig or we can set plural reference elements around the shaft.

If calibration system for test sphere involve an alignment jig like Fig. 6 the jig helps define the nominal vector. If the reference is plate the nominal vector is defined automatically. Because 3 DOF (degree of freedom ($X \theta, Y \theta, Z\theta$)) are fixed. Then only linear motion for matching nominal vector through the center of the test sphere to the optical axis is required. (X actuator should be back to make the space for linear motion) In this case three point measurement by optical method is unnecessary.

Fig. 7 shows other shape of reference. If the alignment jig is pair of these it fix not only 3 degree of freedom but even more. For instance if the reference is triangular prism (left in fig 7) 4 DOF($X \theta, Y \theta, Z\theta$ and Y) are fixed. Only x, z linear adjustment are required in the calibration. Fig. 5 and Fig. 6 are only an example of calibration by non tactile method.

Fig. 7 illustrates other references instead of plate. (from the left; triangular prism, triangular pyramid, cylinder, ball) Any shape is possible if it can give information of the prime meridian on to the sphere.

Fig. 8 illustrates other references. It is pattern or mark on the surface of ball. It is done by a kind of lithography technique. The pattern is for non tactile sensor which is any optical method including triangular sensor is able to recognize the pattern. Combination of physical shape as reference and the pattern is applicable to the calibration for multi (tactile and non tactile) sensor unit.

The spherisity of the test sphere can be calibrated on the calibration set up like Fig. 6. Afterword the test sphere is attached on the CMM for the probe calibration.

Firstly the plane is defined by three point measurement of the surface of the plate. Secondly a center position is defined by a four points measurement on the surface of test sphere. A flat plane and the centre position are defined on the CMM. A nominal vector of the defined flat plane which involves the defined centre position decides approaching direction of the probe to the test sphere. Then contact point is set as origin (x_0+r_0, y_0, z_0). Now the contact point and the centre position are known so that the distance between two positions can be calculated. Subtracting a radius of origin (which

- is taken in test sphere calibration) from the distance becomes compensation value at the origin. It applies other address on the surface of the test sphere. If it follows ISO 10360-2 25 measuring points are taken, so that 25 compensation values are taken. More data points to cover whole area of the test sphere more precise compensation of
- 5 characteristic of the probe. It is same for the scanning probe under ISO 10360-4. Nominal vector with distance (half of the diameter) to the defined plane defines origin (x_0+r_0, y_0, z_0) . When the sphericity of the ball is calibrated a radius including form deviation at origin has been guided by same manner.
- 10 Summarizing the present invention provides an apparatus and a method adapted to refer the results of the calibration to the centre of the reference element so that errors in the calibration may be assigned to the test sphere or to the probe, and to define the deviations of the test sphere from an ideal sphere more accurately.

Conclusies

1. Calibratieinrichting voor het calibreren van een van een tastprobe voorziene
coördinaat-meetmachine, waarbij de calibratieinrichting omvat:
5 - een testbol;
- een basis die is ingericht om aan een deel van de coördinaat-meetmachine te worden
bevestigd;
- een de testbol met de basis verbindende steel,
met het kenmerk dat de inrichting een referentie-element omvat dat detecteerbaar is
10 door de coördinaat-meetmachine en waarbij een vaste ruimtelijke relatie bestaat tussen
het referentie-element en een gedefinieerde basis of het oppervlak van de rest van de
testbol.
2. Inrichting volgens conclusie 1, **met het kenmerk**, dat de nominale vector van
15 het oppervlak van de testbol welke de gedefinieerde oorsprong omvat, het centrum van
de testbol definieert.
3. Inrichting volgens conclusie 1 of 2, **met het kenmerk**, dat het referentie-
element zich op de testbol bevindt.
20
4. Inrichting volgens conclusie 3, **met het kenmerk**, dat het referentie-element een
optisch detecteerbare markering is.
5. Inrichting volgens conclusie 1 of 2, **met het kenmerk**, dat het referentie-
25 element zich op de steel bevindt.
6. Inrichting volgens conclusie 5, **met het kenmerk**, dat het referentie-element een
plat oppervlak omvat met een vaste afstand tot de gedefiniëerde oorsprong van de
testbol.
30
7. Inrichting volgens conclusie 7, **met het kenmerk**, dat het referentie-element ten
minste drie markeringen omvat welke zich bevinden in een vlak met een vaste afstand
tot de testbol.

8. Inrichting volgens conclusie 5, **met het kenmerk**, dat het referentie-element een speciale vorm heeft welke ten minste twee dimensies van de ruimtelijke relatie tussen het referentie-element en de gedefinieerde oorsprong van de testbol definiëren.
- 5 9. Inrichting volgens conclusie 5, **met het kenmerk**, dat het referentie-element s ingericht om te worden gebruikt als een contactdeel voor het definiëren van een richting van de testbol ten opzichte van een meetas in het systeem voor het calibreren van de testbol.
- 10 10. Werkwijze voor het testen van de nauwkeurigheid van een van een probe
voorzien coördinaten-meetmachine, waarbij de werkwijze de volgende stappen omvat:
- het plaatsen van een inrichting die is voorzien van een testbol, een op een deel van de coördinaten-meetmachine te bevestigen basis, een de testbol met de basis verbindende steel en een door de coördinaat-meetmachine detecteerbaar
 - 15 referentie-element met een ruimtelijke relatie tussen het referentie-element en het centrum van de testbol op de coördinaat-meetmachine waarvan de nauwkeurigheid moet worden onderzocht;
 - het meten van ten minste drie coördinaten van de referentiemachine;
 - het meten van de coördinaten van tenminste vier posities op de testbol;
 - 20 - het berekenen van een benadering van de coördinaten van het centrum van de testbol;
 - het definiëren van het adres van de oorsprong van de testbol door geometrische informatie van het referentie-element en de berekende coördinaat van het centrum;
 - 25 - het van een afstand tussen de gemeten coördinaat en de gedefinieerde coördinaat van het centrum aftrekken van de berekende straal op een bepaald adres op de coördinaat-meetmachine;
 - het definiëren van de afgetrokken waarde als een compensatiewaarde op het bepaalde adres of bij een benaderingsrichting van de probe; en
 - 30 - het herhalen van bovenstaande procedure door het adres op het oppervlak van de testbol te definiëren als een gehele compensatie van de probe.
11. Werkwijze volgens conclusie 10, **met het kenmerk**, dat de coördinaten van een op de testbol geplaatst referentie-element worden gemeten en de coördinaten

van het centrum van de testbol worden berekend uit de gemeten coördinaten van het referentie-element.

12. Werkwijze volgens conclusie 11, **met het kenmerk**, dat het referentie-element
5 een optisch detecteerbare markering omvat en dat de coördinaten van het op de testbol
gelegen referentie-element door middel van optische middelen worden gemeten.

13. Werkwijze volgens conclusie 10, **met het kenmerk** ,dat tenminste vier
10 coördinaten worden opgenomen door de beschikbare tastprobe, daaronder begrepen een
aanraakprobe, een aftastende probe als tactiele of niet tactiele probe van de coördinaten-
meetmachine.

14. Werkwijze volgens conclusie 10 of 13, **met het kenmerk**, dat de testbol op de
calibratie-opstelling oor de testbol is bevestigd door een met de calibratie-opstelling
15 verbonden actuator door de actuator het op de steel van de de testbol omvattende
inrichting gelegen referentievlak te laten raken en de actuator de de testbol omvattende
inrichting naar een bepaalde positie te laten bewegen.

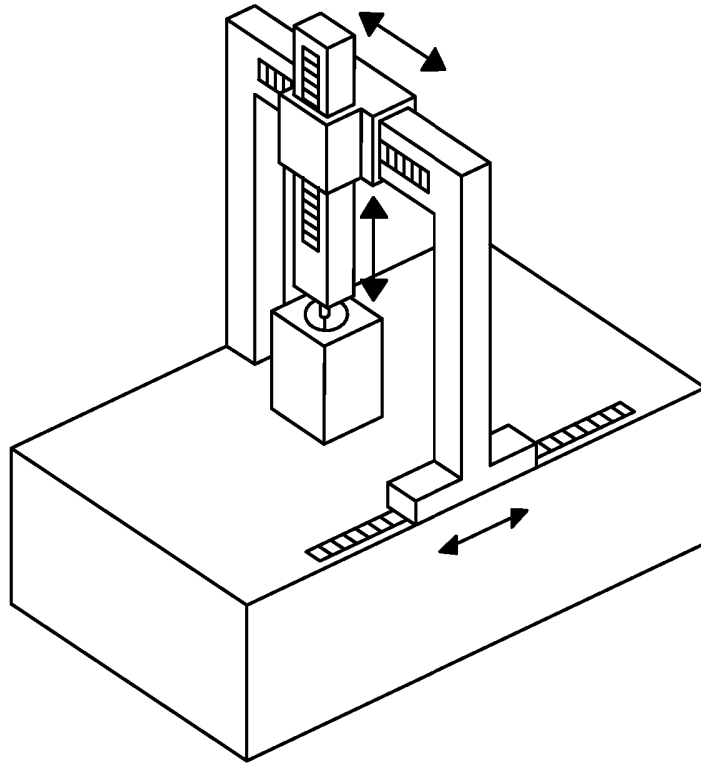


FIG. 1A

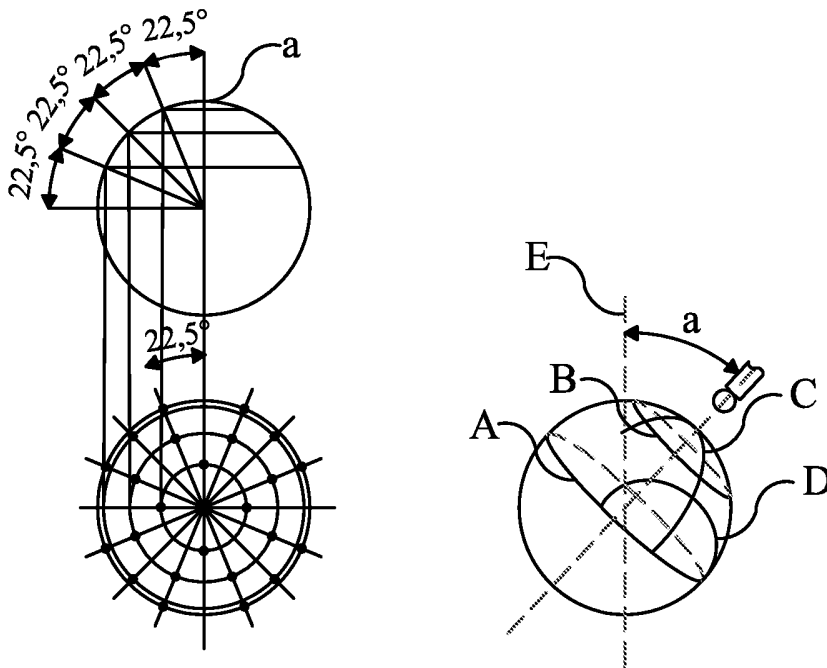


FIG. 1B

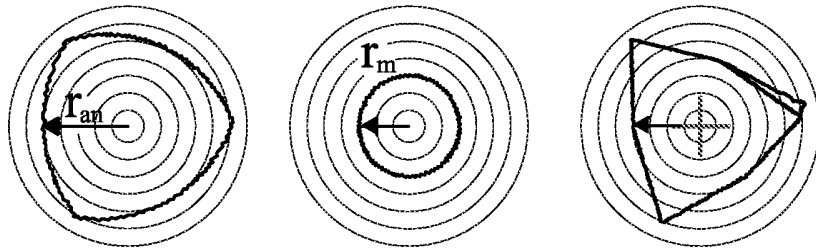


FIG. 2

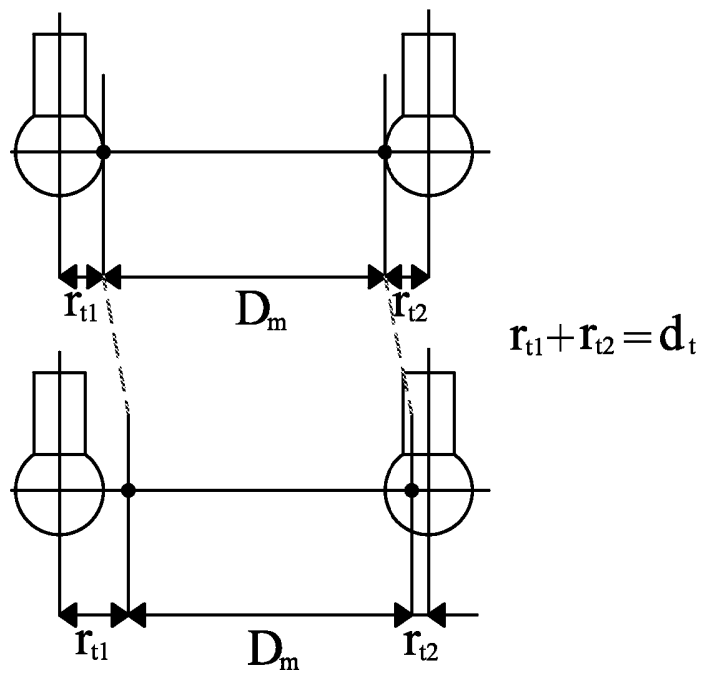


FIG. 3

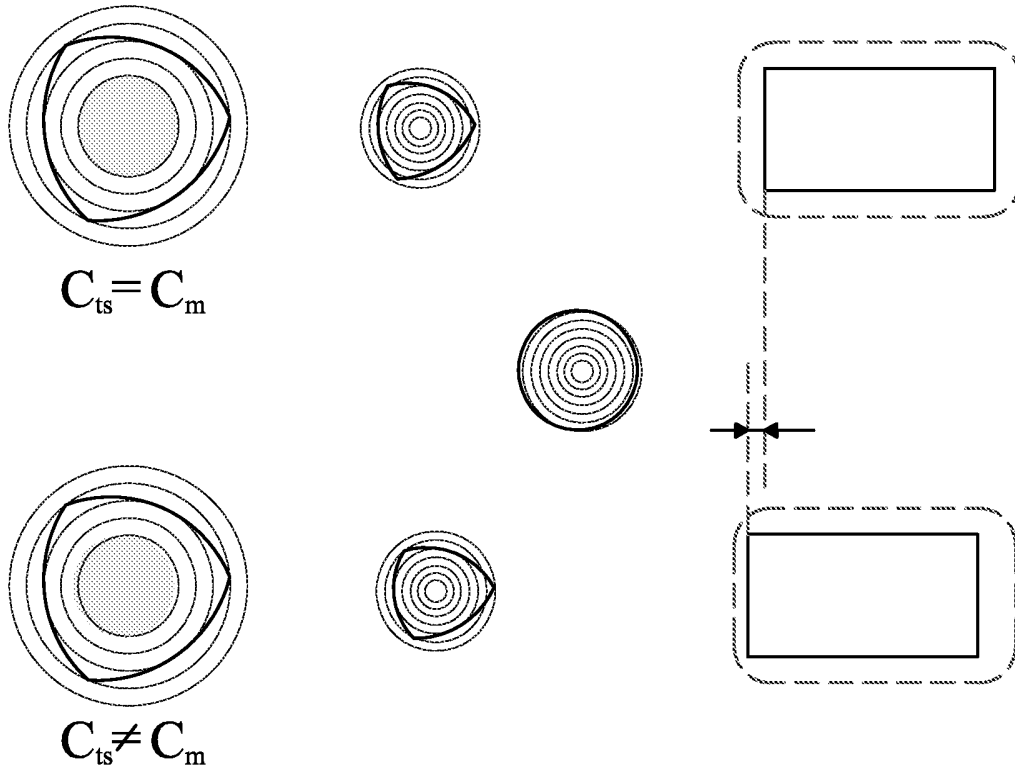


FIG. 4

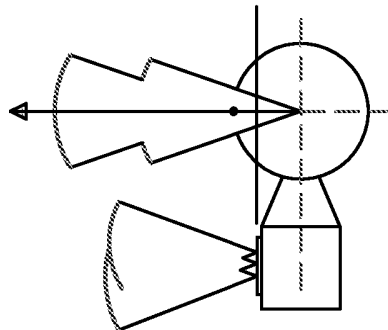


FIG. 5

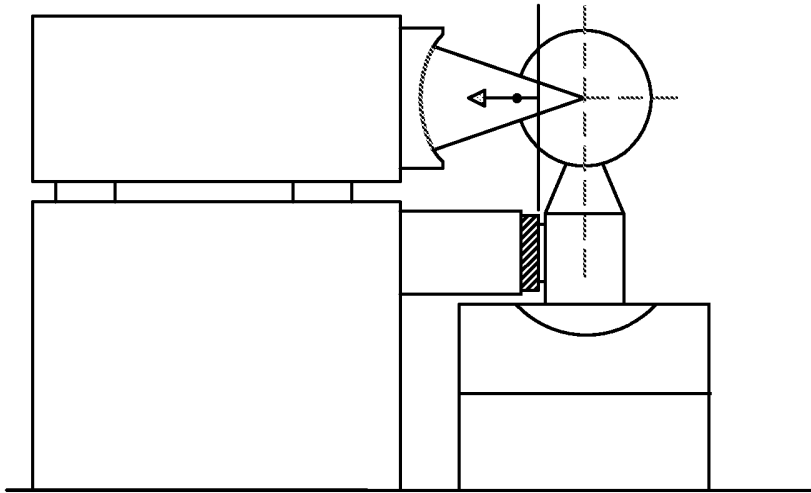


FIG. 6

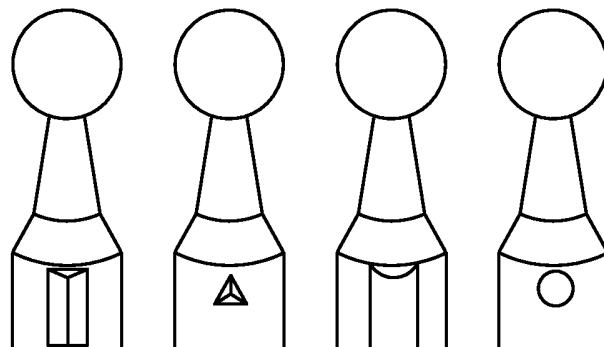


FIG. 7

5/5

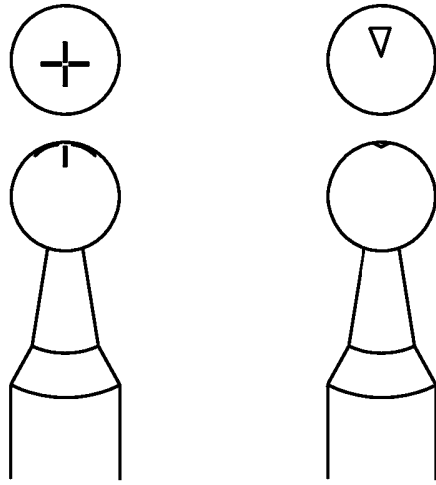
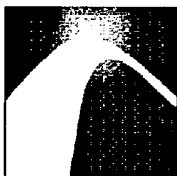


FIG. 8



ONDERZOEKSRAPPORT

NO 137511

NL 2005591

BETREFFENDE HET RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK

RELEVANTE LITERATUUR			
Categorie ¹	Literatuur met, voor zover nodig, aanduiding van speciaal van belang zijnde tekstgedeelten of figuren.	Van belang voor conclusie(s) nr:	Classificatie (IPC)
X	EP 1 467 175 A2 (MITUTOYO CORP [JP]) 13 oktober 2004 (2004-10-13)	1-6, 8, 9	INV. G01B21/04 G01B3/30
Y	* het gehele document *	5-14	
X	DE 10 2008 028986 A1 (ZEISS IND MESSTECHNIK GMBH [DE]) 24 december 2009 (2009-12-24)	1, 5	
Y	* samenvatting * * alineas [0002] - [0005], [0009], [0014], [0015], [0018] - [0020], [0036] - [0046], [0055] - [0058] * * conclusies 1, 3 *	6-14	
X	US 2008/123110 A1 (DICKINSON BRIAN R [US] ET AL) 29 mei 2008 (2008-05-29)	1-4	
Y	* het gehele document *	5-9	
X	US 4 523 450 A (HERZOG KLAUS [DE]) 18 juni 1985 (1985-06-18)	1-4	
Y	* samenvatting * * kolom 3, regels 20-39; figuren 2, 5 * * conclusies 1, 6 *	5-9	
			Onderzochte gebieden van de techniek
X	US 2003/038933 A1 (SHIRLEY LYLE G [US] ET AL) 27 februari 2003 (2003-02-27)	1-4, 10, 11	G01B
Y	* samenvatting; conclusies 1, 2, 20, 28, 34 * * alineas [0007], [0010] - [0015], [0050] - [0068] *	5-14	
X	US 2005/172695 A1 (FURZE PAUL A [US] ET AL) 11 augustus 2005 (2005-08-11)	1-4, 10, 11	
Y	* het gehele document *	7-14	
Indien gewijzigde conclusies zijn ingediend, heeft dit rapport betrekking op de conclusies ingediend op:			
Plaats van onderzoek: München		Datum waarop het onderzoek werd voltooid: 21 maart 2011	Bevoegd ambtenaar: Poizat, Christophe
¹ CATEGORIE VAN DE VERMELDE LITERATUUR			
X: de conclusie wordt als niet nieuw of niet inventief beschouwd ten opzichte van deze literatuur		T: na de indieningsdatum of de voorrangsdatum gepubliceerde literatuur die niet bezwarend is voor de octrooiaanvraag, maar wordt vermeld ter verheldering van de theorie of het principe dat ten grondslag ligt aan de uitvinding	
Y: de conclusie wordt als niet inventief beschouwd ten opzichte van de combinatie van deze literatuur met andere geciteerde literatuur van dezelfde categorie, waarbij de combinatie voor de vakman voor de hand liggend wordt geacht		E: eerdere octrooi(aanvraag), gepubliceerd op of na de indieningsdatum, waarin dezelfde uitvinding wordt beschreven	
A: niet tot de categorie X of Y behorende literatuur die de stand van de techniek beschrijft		D: in de octrooiaanvraag vermeld	
O: niet-schriftelijke stand van de techniek		L: om andere redenen vermelde literatuur	
P: tussen de voorrangsdatum en de indieningsdatum gepubliceerde literatuur		&: lid van dezelfde octrooifamilie of overeenkomstige octrooipublicatie	

**AANHANGSEL BEHORENDE BIJ HET RAPPORT BETREFFENDE
HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK,
UITGEVOERD IN DE OCTROOIAANVRAGE NR.**

NO 137511
NL 2005591

Het aanhangsel bevat een opgave van elders gepubliceerde octrooiaanvragen of octrooien (zogenaamde leden van dezelfde octroofamilie), die overeenkomen met octrooischriften genoemd in het rapport.

De opgave is samengesteld aan de hand van gegevens uit het computerbestand van het Europees Octrooibureau per De juistheid en volledigheid van deze opgave wordt noch door het Europees Octrooibureau, noch door het Bureau voor de Industriële eigendom gegarandeerd; de gegevens worden verstrekt voor informatiedoeleinden.

21-03-2011

In het rapport genoemd octrooigeschrift	Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)	Datum van publicatie
EP 1467175 A2	13-10-2004	JP 4163545 B2 JP 2004317159 A US 2004200085 A1	08-10-2008 11-11-2004 14-10-2004
DE 102008028986 A1	24-12-2009	WO 2009152962 A2	23-12-2009
US 2008123110 A1	29-05-2008	GEEN	
US 4523450 A	18-06-1985	EP 0078984 A2 JP 58087408 A	18-05-1983 25-05-1983
US 2003038933 A1	27-02-2003	GEEN	
US 2005172695 A1	11-08-2005	GEEN	



DOSSIER NUMMER NO137511	INDIENINGSDATUM 27.10.2010	VOORRANGSDATUM 03.05.2010	AANVRAAGNUMMER NL2005591
CLASSIFICATIE INV. G01B21/04 G01B3/30			
AANVRAGER Mitutoyo Research Center Europe B.V.			

Deze schriftelijke opinie bevat een toelichting op de volgende onderdelen:

- Onderdeel I Basis van de schriftelijke opinie
- Onderdeel II Voorrang
- Onderdeel III Vaststelling nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid niet mogelijk
- Onderdeel IV De aanvraag heeft betrekking op meer dan één uitvinding
- Onderdeel V Gemotiveerde verklaring ten aanzien van nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid
- Onderdeel VI Andere geciteerde documenten
- Onderdeel VII Overige gebreken
- Onderdeel VIII Overige opmerkingen

	DE BEVOEGDE AMBTENAAR Poizat, Christophe
--	---

SCHRIFTELIJKE OPINIE

Aanvraag nr.:
NL2005591

Onderdeel I Basis van de Schriftelijke Opinie

1. Deze schriftelijke opinie is opgesteld op basis van de meest recente conclusies ingediend voor aanvang van het onderzoek.
2. Met betrekking tot **nucleotide en/of aminozuur sequenties** die genoemd worden in de aanvraag en relevant zijn voor de uitvinding zoals beschreven in de conclusies, is dit onderzoek gedaan op basis van:
 - a. type materiaal:
 - sequentie opsomming
 - tabel met betrekking tot de sequentie lijst
 - b. vorm van het materiaal:
 - op papier
 - in elektronische vorm
 - c. moment van indiening/aanlevering:
 - opgenomen in de aanvraag zoals ingediend
 - samen met de aanvraag elektronisch ingediend
 - later aangeleverd voor het onderzoek
3. In geval er meer dan één versie of kopie van een sequentie opsomming of tabel met betrekking op een sequentie is ingediend of aangeleverd, zijn de benodigde verklaringen ingediend dat de informatie in de latere of additionele kopieën identiek is aan de aanvraag zoals ingediend of niet meer informatie bevatten dan de aanvraag zoals oorspronkelijk werd ingediend.
4. Overige opmerkingen:

SCHRIFTELIJKE OPINIE

Aanvraag nr.:
NL2005591

Onderdeel V Gemotiveerde verklaring ten aanzien van nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid

1. Verklaring

Nieuwheid	Ja: Conclusies 7, 10-14 Nee: Conclusies 1-6, 8, 9
Inventiviteit	Ja: Conclusies Nee: Conclusies 1-14
Industriële toepasbaarheid	Ja: Conclusies 1-14 Nee: Conclusies

2. Citaties en toelichting:

Zie aparte bladzijde

Onderdeel VII Overige gebreken

De volgende gebreken in de vorm of inhoud van de aanvraag zijn opgemerkt:

Zie aparte bladzijde

Onderdeel VIII Overige opmerkingen

De volgende opmerkingen met betrekking tot de duidelijkheid van de conclusies, beschrijving, en figuren, of met betrekking tot de vraag of de conclusies nawerkbaar zijn, worden gemaakt:

Zie aparte bladzijde

Re Item V

Reasoned statement on novelty and inventive step

Reference is made to the following documents; the numbering will be adhered to in the rest of the procedure:

- D1 EP 1 467 175 A2 (MITUTOYO CORP [JP]) 13 oktober 2004 (2004-10-13)
- D2 DE 10 2008 028986 A1 (ZEISS IND MESSTECHNIK GMBH [DE]) 24 december 2009
- D3 US 2008/123110 A1 (DICKINSON BRIAN R [US] ET AL) 29 mei 2008
- D4 US 4 523 450 A (HERZOG KLAUS [DE]) 18 juni 1985
- D5 US 2003/038933 A1 (SHIRLEY LYLE G [US] ET AL) 27 februari 2003
- D6 US 2005/172695 A1 (FURZE PAUL A [US] ET AL) 11 augustus 2005

Objections with regard to novelty

The subject-matter of claims **1 to 6, and 8 to 11** is not new.

Document D1 discloses (the references in parentheses applying to this document) an apparatus for calibrating a coordinate measuring machine comprising a sensing probe (par. [0001], [0077], fig. 6A, 6B, 7A, 7B). The apparatus comprises:

- (i) a test sphere (23),
- (ii) a base adapted to be fixed to a part of the coordinate measuring machine (21),
- (iii) a shaft (22,25) connecting the test sphere with the base.

A reference element ("notch line" or "deviation detecting mark" 23A) is located on the test sphere (23). A fixed spatial relation exists between the reference element and a defined origin on the surface of the test surface (Fig. 6A, 7A). The reference element is detectable by the coordinate measuring machine ([0053]). It is optically detectable.

In the apparatus of D1, the reference element 23A may also be located on the shaft [0070].

A flat part 22B is located as reference element on the shaft too ([0042], [0064]).

The subject-matter of **claims 1-6, 8, 9** is therefore not new over **D1**.

The subject-matter of claims **1** and **5** is also not new over **D2** (see claims 1 and 3 in D2, and the passages cited in the search report).

The subject-matter of claims **1 to 4** is also not new over **D3** (abstract, Fig. 1,2, paragraphs [0007]-[0010], [0016]-[0021]) or over **D4** (Abstract, fig. 2, col. 3, l. 21-39, claims 1,6).

Implicitly, the subject matter of claims **10, 11** and **12** appears to be not new over **D5** and **D6**. The method disclosed in these documents is not as detailed as claims 10 and 11 of the present application, but the non-disclosed steps are considered to be obvious for a skilled person when considering the disclosure of D5 and D6. It is in particular referred to the abstract, fig.6, paragraphs [0006], [0007], [0010]-[0015], [0050]-[0057], [0064]-[0068] in D5 and to the abstract, fig. 2, paragraphs [0009]-[0018], [0029], [0035], [0037]-[0038], [0052]-[0064], [0076] in D6. Briefly, both documents describe a method for improving the calibration of a coordinate measuring machine based on the measurement of a test sphere with appropriately located reference elements.

Objections with regard to inventive step

The subject-matter of claims 5 to 9 and 13-14 does not involve an inventive step.

Dependent claims 5 to 9 and 13-14 does not appear to contain any additional features which meet the requirements with respect to inventive step, since using several reference targets or markings is a measure deemed to be known in the art in the field of calibration with a calibration sphere : see for instance documents D5 and D6. In these documents, plane with a fixed distance to the test sphere are defined by at least three markings, which may be flat (D5: [0064]). A skilled person, who aims at simplifying the manufacturing of an apparatus comprising a reference sphere with such markings, while keeping the markings as reference element, would place these markings on a part having a fixed spatial relation with the sphere, for instance with the shaft supporting the sphere, without application of inventive

skills (See e.g. D1, where the reference mark 23 may be located on the sphere or on the support 22 (paragraph [0070]). Furthermore, with regard to claims 13 and 14, measuring four points and using actuator are also measures deemed to be known in the art of calibration with test balls (see e.g. D1).

Re Item VII

Certain defects in the application

The documents D1 to D6 should be identified in the description and the relevant background art disclosed therein should be briefly discussed (at least for one of the documents D1 to D4 and one of the documents D5 or D6).

The independent claims should be properly recast in the two-part form, with those features which in combination are part of the state of the art being placed in the preamble.

The features of the claims should be provided with reference signs placed in parentheses.

Re Item VIII

Certain observations on the application (Clarity)

In claim 9, the matter for which protection is sought is not defined. The claim attempts to define the subject-matter in terms of the result to be achieved. In this instance, however, such a formulation is not allowable because it appears possible to define the subject-matter in more concrete terms, viz. in terms of how the effect is to be achieved.

The term "certain address" used in claim 10 is vague and unclear and leaves the reader in doubt as to the meaning of the technical feature to which it refers, thereby rendering the definition of the subject-matter of said claim unclear.

Language errors (translation) do not lead to clarity objections, but should be corrected in further steps (e.g.: claim 1, l.8: "by at", or last paragraph of page 4, with several obvious mistakes).