

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
23. Januar 2014 (23.01.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/013034 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01B 21/04 (2006.01) **H04L 12/00** (2006.01)
G01D 21/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/065235

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Juli 2013 (18.07.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
12177297.4 20. Juli 2012 (20.07.2012) EP

(71) Anmelder: **HEXAGON TECHNOLOGY CENTER
GMBH** [CH/CH]; Heinrich-Wild-Strasse, CH-9435
Heerbrugg (CH).

(72) Erfinder: **FRITSCH, Robert**; Bächlistrasse 5, CH-9436
Balgach (CH).

(74) Anwalt: **GYAJA, Christophe Benjamin**; Kaminski
Harmann Patentanwälte AG, Landstrasse 124, FL-9490
Vaduz (LI).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: MEASURING MACHINE COMMUNICATION

(54) Bezeichnung : MESSMASCHINENKOMMUNIKATION

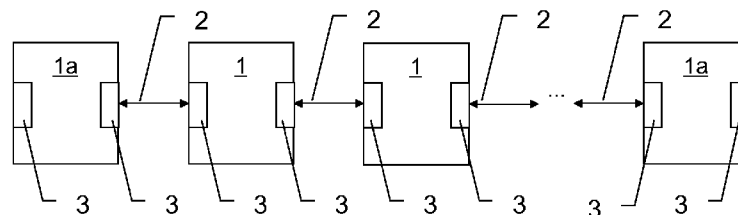


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a method for line-conducted bidirectional communication between subscribers in a measuring system, the subscribers being arranged in a chain-like series structure. In said series structure, each of the subscribers is connected to one of the subscribers that precedes same by means of a first communication interface and to one of the subscribers that follows same by means of a second communication interface. Each of the subscribers has a message processing unit, by means of which the first and second communication interfaces can be operated independently of each other in order to send and/or receive a message. In the communication by the message processing unit, the message is received as a digital data structure by means of the first communication and an identification range of the message is evaluated by comparing a content of the identification range with specified target criteria. Depending on the comparison result, the content of the identification range of the message is modified on the basis of a predefined mapping function, which determines a content of the identification range to be sent on the basis of the received content of the identification range, the message having a modified identification range subsequently being forwarded by means of the second communication interface, and/or the message is processed in the subscriber.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur leitungsgebundenen bidirektionalen Kommunikation zwischen Teilnehmern in einem Messsystem mit einer Anordnung der Teilnehmer in einer kettenförmigen Serienstruktur. In dieser ist jeder der Teilnehmer mit einer ersten Kommunikationsschnittstelle mit einem der Teilnehmer welcher vorangeht und mit einer zweiten Kommunikationsschnittstelle mit einem der Teilnehmer welcher nachfolgt verbunden. Jeder der Teilnehmer weist eine Meldungsverarbeitungseinheit auf, mit welcher die erste und die zweite Kommunikationsschnittstelle zum Senden und/oder Empfangen einer Meldung unabhängig voneinander bedienbar sind. Die Kommunikation durch die Meldungsverarbeitungseinheit erfolgt dabei mit einem Empfangen der Meldung als digitale Datenstruktur über die erste Kommunikationsschnittstelle und einem Auswerten eines Kennungsbereichs der Meldung durch ein Vergleichen eines Inhalts des Kennungsbereichs mit vorgegebenen Soll-Kriterien. Abhängig vom Vergleichsergebnis erfolgt ein Modifizieren des Inhalts des Kennungsbereichs der Meldung anhand einer vorgegebenen Abbildungsfunktion, welche anhand des empfangenen Inhalts des Kennungsbereichs einen zu sendenden Inhalt des Kennungsbereichs bestimmt, mit einem anschließenden Weiterleiten der in ihrem Kennungsbereichs modifizierten Meldung über die zweite Kommunikationsschnittstelle und/oder ein Verarbeiten der Meldung in dem Teilnehmer.

Messmaschinenkommunikation

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur bidirektionalen Kommunikation zwischen Teilnehmern in einem Messsystem nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, einen Teilnehmer nach dem
5 Oberbegriff des Anspruchs 11 und ein mit derartigen Teilnehmern ausgestattetes Koordinatenmessgerät nach dem Oberbegriff des Anspruchs 14.

Bei einer Vielzahl von technischen Geräten werden mehrere elektronische Subsysteme in einem Kommunikationsverband
10 zusammengeschaltet, welchen unterschiedlichste Funktionen zukommen können, beispielsweise Sensoren, Aktoren, Schalter, Anzeigen, Messeinheiten, Controllersysteme, Monitorsystem, Überwachungs- und Debug-Geräte, etc. Diese können fest im Gerät verbaut und verschaltet sein - etwa im
15 Rahmen der Produktion des Geräts - können aber auch modular austauschbar sein, sei es im Servicefall oder während des regulären Betriebs.

Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere Messsysteme. Beispiele für solche Messsysteme, welche als
20 Koordinatenmessgeräte ausgeführt sind, finden sich etwa in WO 2005/017448, EP 2 270 425 oder WO 2006/079604. Diese Messsysteme weisen mehrere Subsysteme auf, speziell in Form von elektronischen Linear- und/oder Dreh-Lagegebern zur Messwerterfassung, welche mit einem Controller zur
25 Messwertauswertung und Steuerung der Messabläufe in einer Kommunikationsbeziehung stehen. Diese Subsysteme sind meist räumlich verteilt an dem Gerät angeordnet, sodass das Herstellen der Kommunikationsverbindung zwischen den Subsystemen mit einem entsprechenden Verkabelungsaufwand
30 verbunden ist. Es sind also die Teilnehmer der Kommunikation verkabelt, um die Kommunikationsverbindung

und/oder eine Energieversorgung herzustellen und es handelt sich somit bei der vorliegenden Erfindung um eine kabelgebundene bzw. leitungsgebundene Kommunikation und nicht um ein kabelloses Funksystem mit Freiraumübertragung. Neben
5 den Lagegebern können auch noch weitere Geräte, etwa Tastköpfe, Messköpfe, Sensoren z.B. zur Erfassung von Umgebungsbedingungen wie Temperatur, etc. oder auch Aktoren wie Achsantriebe, motorisierte Schwenkköpfe, Anzeigeelemente, etc. vorhanden sein. Um den Verkabelungsaufwand
10 gering zu halten wird in den Messmaschinen versucht, möglichst wenige, vorzugsweise nur eine Kommunikationsverbindung für alle beteiligten Geräte zu nutzen. Auch wird versucht die Kommunikationsverbindungen vorteilhaft zu gestalten, also etwa doppelte Leitungsführungen möglichst
15 zu vermeiden, welche etwa bei einer sternförmigen Verkabelung jedes Subsystems hin zum Controller vielfach auftreten.

Neben den oben beschriebenen Subsystemen, welche meist fix am Meßsystem montiert sind, können auch austauschbare
20 Komponenten an der Messung beteiligt sein, beispielsweise austauschbare Messköpfe, Messtaster, Zusatzgelenke, optische Probenköpfe, etc., welche an unterschiedlichste Messaufgaben angepasst sind und ebenfalls in die Gerätekommunikation eingebunden werden. Da diese während des
25 Betriebs oder im Rahmen einer Umkonfiguration austauschbar sind, verändert sich dabei auch das Kommunikationssystem. Auch im Falle von Servicearbeiten und Reparaturen kann ein auswechseln eines Subsystems im Kommunikationssystem erforderlich sein.

30 Bei derartigen Meßsystemen erfolgt die Kommunikation zwischen den Geräten oder Subsystemen, also den Teilnehmern am Kommunikationssystem, oftmals über Busstrukturen.

Beispielsweise kann für die Kommunikation eine Busstruktur - wie z.B. RS232, RS422, RS423, RS485, oder auch andere - verwendet werden. Eine gängige, bezüglich der örtlichen Anordnung der Geräte im Meßsystem oft vorteilhafte Topologie ist dabei eine Serienstruktur. In dieser sind die Teilnehmer einer nach dem anderen angeordnet und mit jeweils nur einem Kabel zwischen den Geräten dem Bus verbunden. Dabei finden sich unter den Teilnehmern vielfach auch mehrere gleichartige, z.B. mehrere Lagegeber desselben Typs, welche über den gemeinsamen Bus mit einer Steuereinheit kommunizieren, also etwa die von ihnen ermittelten Lageinformationen zur Steuereinheit übermitteln. Im Sinne einer einfachen Lagerhaltung und Wartung sind die gleichartigen Subsysteme vor dem Einbau ins Messsystem meist ohne jeglichen Unterschied, sodass sie an unterschiedlichsten Stellen in der Maschine einsetzbar sind.

In der Anwendung ist es jedoch von Bedeutung, die an den Bus angeschlossenen Subsysteme unterscheiden und identifizieren zu können, selbst wenn es sich um gleichartige Subsysteme handelt. Bei Koordinatenmessgeräten ist es beispielsweise bei einer Vermessung essenziell zu wissen, mit welchem Lagegeber welche Bewegungsachse des Meßsystems erfasst wird.

Hierzu kann beispielsweise eine Geräteadresse verwendet werden, welche an den Teilnehmern einstellbar ist. Diese Adresse wird oft erst direkt vor oder nach dem Einbau des Teilnehmers vergeben, etwa durch DIP-Schalter, Codierstecker, elektronische Programmiergeräte etc. Ein derartiges Vorgehen ist jedoch fehleranfällig und zeitaufwändig.

In der Literatur finden sich in anderen Technologiegebieten einige Ansätze zur Vermeidung einer manuellen Adressvergabe. Beispielsweise beschreibt

5 US 5,666,557 eine automatische Adressierung von Peripheriegeräten in einem Datenverarbeitungssystem mit Hilfe von Stecker-Kennungen;

WO 98/03921 die automatische Erkennung der Reihenfolge von Geräten eines Netzwerk-Kommunikationsgeräts anhand einer Pulslänge eines Zusatzsignals;

10 WO 2004/039010 ein Setzen von Adressen von Kind-Geräten durch ein Eltern-Gerät;

WO 2007/104668 bzw. DE 10 2006 025 174 eine Adressvergabe für Fahrerassistenzsysteme.

15 All diesen bekannten Ansätzen ist gemein, dass den Teilnehmern von außen eine Adresse vergeben wird. Dies ist selbst bei obigen Ansätzen aufwändig und erfordert hierfür in vielen Fällen zusätzliche Hardware – wie Codierschalter, Codierstecker, zusätzliche Stecker-Pins, etc. Auch ist der Aufwand zur Vergabe dieser Adresse, sei es bei der
20 Produktion, Inbetriebnahme oder im Rahmen einer Businitialisierung nicht zu vernachlässigen. Eine Vergabe von falschen Adressen ist zudem eine häufige Fehlerquelle in Messsystemen, speziell bei einem Austausch von Komponenten im Servicefall. Durch vertauschte Adressen von
25 Kommunikationsteilnehmern können nicht nur Fehlfunktionen, sondern auch Hardwareschäden hervorgerufen werden.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung die Kommunikation von Teilnehmern einer Messmaschine zu verbessern.

Eine Aufgabe besteht auch darin, ein Messmaschinen-kommunikationssystem bereitzustellen, welches einfach und kostengünstig realisierbar ist und bei welchem die Notwendigkeit einer spezifischen Adressvergabe für jeden Teilnehmer entfällt - speziell eine explizite, eindeutige Adressvergabe an die Teilnehmer von aussen.

Ein Teil der Aufgabe ist dabei auch, dass im Maschinen-kommunikationssystem alle Teilnehmer bzw. Klassen von Teilnehmern bezüglich ihrer Kommunikationsschnittstellen gleichartig ausgebildet sein können und vor deren Einsatz im Kommunikationssystem keine teilnehmerspezifischen Konfigurationen, etwa in Form einer Adresscodierung, erforderlich sind.

Es ist entsprechend auch eine Aufgabe ein verbessertes Kommunikationsverfahren für Subsysteme in einer Maschine, insbesondere in einer Messmaschine, bereitzustellen.

Eine Aufgabe ist somit auch ein entsprechendes Verfahren zur Kommunikation von Teilnehmern des Messmaschinen-kommunikationssystems bereitzustellen, bei welchem auf eine spezifische Adressvergabe für jeden der Teilnehmer verzichtet werden kann.

Eine Teilaufgabe ist auch die Bereitstellung entsprechender Teilnehmer-Software zur Implementierung des Verfahrens.

Bei einem erfindungsgemäßen Kommunikationssystem bzw. Kommunikationsverfahren wird an die einzelnen Teilnehmer des Kommunikationssystems keine Vergabe einer teilnehmerspezifischen, im Kommunikationssystem eindeutigen Adresse durchgeführt. Dies vereinfacht die Lagerhaltung, Produktion und Wartung und hilft Flüchtigkeitsfehler bei einer Adressvergabe oder Adresscodierung zu vermeiden.

In der vorliegenden Erfindung wird auf eine spezifische, jedem Teilnehmer eigene und eindeutige Adresse verzichtet. Die Teilnehmer am Kommunikationssystem organisieren sich selbst, ohne dass jedem von ihnen eine spezifische Adresse zugewiesen wird. Ein allfällig vorhandenes Steuergerät kann sich voll auf die Steueraufgabe konzentrieren und wird für die Kommunikationsbeziehungen primär nicht benötigt, es ist also für diese erfindungsgemäße Kommunikation nicht als Kommunikationsmaster relevant und führt insbesondere keine Adressvergabe an die Teilnehmer aus, kann also bezüglich seines Kommunikationsinterface und dem Kommunikationsablauf gleichwertig mit den übrigen Teilnehmern ausgeführt sein.

Bei dem erfindungsgemäßen Kommunikationssystem sind die Teilnehmer in einer Serienstruktur angeordnet und der verwendete Bus, also die physikalischen Kommunikationsleitungen oder Kommunikationskanäle, wird in jedem Gerät hardwaremäßig aufgetrennt. Es wird also bei einem Teilnehmer - welcher sich insbesondere nicht am Anfang oder Ende des Busses befindet - mit einer ersten und mit zumindest einer zweiten Kommunikationsschnittstelle kommuniziert, über welche der Teilnehmer jeweils mit einem Vorgänger und einem Nachfolger in einer Kommunikationsbeziehung steht. Dadurch kann der Teilnehmer entsprechend der verwendeten Schnittstelle den linken Nachbarn vom rechten Nachbarn unterscheiden, also den Vorgänger und den Nachfolger. Die Teilnehmer bilden dabei sozusagen eine Kette und die Kommunikation zwischen den Teilnehmern erfolgt jeweils eins zu eins, also direkt zwischen zwei Teilnehmern und nicht über eine globale Bus-Leitung zu mehreren oder allen Teilnehmern zugleich, wie dies z.B. bei einer Funkübertragung oder bei klassischem Ethernet über Koaxialkabel der Fall wäre.

Der linke und rechte Teil vom Kommunikationsbus ist dabei teilnehmerintern auf unterster Ebene physikalisch getrennt. Es erfolgt also keine direkte Hardware-Durchschleifung der Kommunikationsleitungen von der ersten zur zweiten Schnittstelle in Form eines elektrischen Kontakts. Es handelt sich also um physikalische Kommunikationsschnittstellen und physikalische Verbindungen zwischen den Teilnehmern, also speziell z.B. um eine OSI-Layer 1 (=Physical-Layer) Verbindung, und nicht um rein logische Strukturen auf höheren Ebenen, die etwa rein softwaremäßig implementierbar sind.

Wenn eine Meldungsweitergabe von der ersten zur zweiten Schnittstelle oder umgekehrt erfolgt, so geschieht dies auf einer höheren Protokollebene, also speziell z.B. dem OSI-Layer 2 (=Data Link Layer), wie diese im Folgenden erläutert wird. Die Funktion des Teilnehmers könnte somit ähnlich jener einer Bridge beschrieben werden. Es können aber auch Funktionen ähnlich eines Repeaters oder eines Routers in den Kriterien und/oder der Abbildung implementiert sein.

Dabei kann teilnehmerintern auch ein Zwischenspeicher von empfangenen Meldungen durchgeführt werden, beispielsweise um Zugriffskonflikte auf der Schnittstelle zu vermeiden. Solche Konflikte könnten etwa auftreten, wenn ein Weiterleiten einer empfangenen Meldung und ein gleichzeitiges Senden einer im Teilnehmer selbst generierten Meldung anstehen. Im Falle einer Schnittstelle, welche im Halbduplexbetrieb arbeitet, könnte es auch zu Zugriffskonflikten bei einem gleichzeitigen Senden und Empfangen von Meldungen kommen, welche ebenfalls durch ein Zwischenspeichern der zu sendenden Meldung vermieden werden können.

Als Kommunikationsbus im Sinne der vorliegenden Erfindung kommen unterschiedlichste Systeme und kabelgebundene physikalische Ausbreitungswege in Betracht, beispielsweise optisch oder elektrisch. So können die Kommunikations-
5 schnittstellen etwa wie in RS232, RS422, RS423, RS485 spezifiziert ausgeführt sein. Auch sind eine Vielzahl von weiteren elektronischen Bauteilen bzw. IP-Cores für Kommunikationsschnittstellen bekannt, welche erfindungs-
gemäß zur Kommunikation zwischen jeweils zwei Teilnehmern
10 eingesetzt werden können.

Wie bereits erwähnt, erfolgt die Kommunikation in Form von Meldungen, welche über die Kommunikationsschnittstellen gesendet und/oder empfangen werden können. Es handelt sich bei den Meldungen um digital dargestellte Informationen,
15 welche in Form von - meist paketartig übermittelten - Datenströmen über die Schnittstellen von einem Teilnehmer zum Nächsten weitergegeben werden. Der Dateninhalt dieser Meldungen ist entsprechend zu interpretieren und kann beispielsweise eine Präambel, einen Kennungsbereich, einen
20 Befehlsbereich, einen Datenbereich, einen Checksummenbereich bzw. eine - entsprechend des verwendeten Übertragungsprotokolls definierte - Kombination dieser Bereiche aufweisen.

Diese Meldungen werden über eine Schnittstelle eines
25 vorgehenden Teilnehmers gesendet und von einer Schnittstelle des damit verbundenen Teilnehmers empfangen.

Die Teilnehmer haben dabei wie bereits erläutert keine teilnehmerspezifisch eindeutig zugewiesenen expliziten Adressen, auf welche hin die Meldungen ausgewertet werden
30 um zu entscheiden ob die Meldung vom Teilnehmer verarbeitet wird oder nicht.

Erfindungsgemäß wird stattdessen ein Kennungsbereich einer empfangenen Meldung ausgewertet indem dieser im Teilnehmer mit vorgegebenen Bedingungen verglichen wird, welche Bedingungen jedoch nicht einfache Vergleiche mit einer
5 jeweils an den Teilnehmern teilnehmerspezifisch eindeutig kodierten Teilnehmeradresse sind. Dabei ist in jedem Teilnehmer eine Abbildung für die Meldungskennung x hinterlegt. Ohne Beschränkung der Allgemeinheit wird zur Erläuterung des Prinzips im Folgenden eine Meldungs-
10 kennung x in Form von einer Nummer aus dem Bereich der ganzen Zahlen und eine Abbildungsfunktion der Meldungskennung x in Form von $f(x)=x-1$ verwendet. In praktischen Implementierungen können Art und/oder Wertebereich der Kennungen sowie die Abbildungsfunktion auch anders gewählt
15 werden.

Hat in einem einfachen, anschaulichen Beispiel die Meldungskennung x einer empfangenen Meldung einen vordefinierten Wert, beispielsweise Null, so wird diese Meldung im empfangenden Teilnehmer verarbeitet. Ansonsten
20 wird die empfangene Meldungskennung x entsprechend der Abbildungsfunktion $f(x)=x-1$ um Eins erniedrigt und die modifizierte Meldung dann über eine andere Schnittstelle als jene, über welche die Meldung empfangen wurde weitergesendet. Der vordefinierte Wert ist dabei aber keine
25 teilnehmerspezifische Adresse, sondern ist für alle Teilnehmer oder Gruppen von mehreren Teilnehmern gleich.

Im Rahmen der Verarbeitung der Meldung im Teilnehmer kann gegebenenfalls eine Antwort auf die Meldung generiert werden, welche vom Teilnehmer an einen oder mehrere andere
30 Teilnehmer gesendet wird. Die generierte Antwort kann in die Richtung zurückgesendet werden, aus welcher die anfragende Meldung kam, in die andere Richtung

weitergesendet werden oder in beide Richtungen gesendet werden. Bei manchen Meldungen kann eine Antwort auch ausbleiben und nichts gesendet werden. Die Abbildungsfunktion kann daher auch von der Schnittstelle s an welcher
5 die Meldung empfangen wurde abhängig sein, insbesondere für die Wahl der Sendeschnittstelle über welche eine allfällige Weiterleitung und/oder Antwort erfolgt. Also beispielsweise als Abbildungsfunktion in der Form $f(x,s)$.

Hat eine Meldung eine spezielle Kennung, z.B. eine
10 spezielle Nummer, so kann anhand der Abbildungsfunktion diese Meldung an einen nachfolgenden Teilnehmer weitergesendet werden ohne dabei die Kennung zu ändern wobei jeder Teilnehmer der die Meldung empfängt, diese auch verarbeitet. Damit können mit einer einzigen Meldung
15 mehrere oder alle Teilnehmer angesprochen werden. Dies kann durch eine spezielle, umfassendere Abbildungsfunktion der Meldungskennungen realisiert werden. Im obigen Beispiel kann etwa mit einer speziellen Abbildung für Meldungskennungen in einem bestimmten Bereich der zulässigen
20 Kennungen ein unverändertes Weiterleiten der Meldung und eine Verarbeitung der Meldung in der Teileinheit ausgelöst werden. Beispielsweise kann mit einer Kennung innerhalb eines definierten Wertebereichs, beispielsweise indem für $x > 200$ oder einer Meldung mit der Kennung „B“, die
25 Abbildung $f(x) = x$ gelten. Dabei kann zudem eine Verarbeitung der Meldung in der Teileinheit ausgelöst werden.

Weiters können spezielle Meldungskennungen in Meldungen nur bestimmte Typen von Teilnehmern ansprechen. Beispielsweise
30 durch eine Abbildungsfunktion, welche abhängig ist von der Art des Teilnehmers, etwa für alle Lagegeber, alle Lineargeber, alle Drehgeber, alle Messköpfe, etc. Dies kann etwa

anhand einer teilnehmerartspezifischen Identifikation y des Teilnehmers erfolgen, welche in der Abbildungsfunktion $f(x,y)$ bzw. $f(x,s,y)$ berücksichtigt wird. Anhand dieser Abbildung können etwa nicht angesprochene Teilnehmer die
5 Meldung weiterleiten, ohne diese zu verändern oder zu verarbeiten – wohingegen die angesprochenen Teilnehmer diese Meldung verarbeiten und gegebenenfalls deren Kennung vor einer Weitervermittlung abbilden.

Eine Erweiterung des hier dargestellten Prinzips auf
10 spezielle Teilnehmer mit mehr als zwei Schnittstellen, welche folglich mehr als zwei Nachbarn aufweisen können, kann ebenfalls durchgeführt werden. Dabei kann bei geeigneter Wahl der Abbildungsfunktion zur Änderung der Kennung auch eine Art Netztrennung einer allfällig daraus
15 resultierenden Abzweigung oder Stichleitung erzielt werden. Soll beispielsweise ein Unternetz zwischen einer Untergruppe von Teilnehmern gebildet werden, könnten zu deren Trennung eine spezielle Abbildungsfunktion Verwendung finden und eine zugehörige spezielle Kennung genutzt
20 werden, welche von den anderen Teilnehmern nur durchgeleitet aber nicht geändert wird. Für die Kommunikation einer somit gebildeten Untergruppe wären die übrigen Teilnehmer quasi nicht existent.

Diese Erfindung kann überall dort eingesetzt werden, wo
25 Geräte in einem Messsystem über einen Bus miteinander kommunizieren. Insbesondere die Komponenten in Messgeräten wie beispielsweise Articulated Arms, Koordinatenmessgeräten bzw. -maschinen (CMM) oder geodätischen Instrumenten können als Teilnehmer einer erfindungsgemäßen Kommunikation
30 ausgestaltet sein.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Maschinenkommunikation kann beispielsweise bei CMMs beim Wechseln der Mess-Probe vorteilhaft angewandt werden. Die neue Probe mit ihrer Messsensorik als neu hinzukommende(r) Teilnehmer im Kommunikationssystem der CMM, fügt sich automatisch in das bestehende Kommunikationssystem ein. Es müssen dabei zuvor keine expliziten, spezifischen Adressen für diese Geräte festgelegt werden. Dieselbe Probe kann an unterschiedlichen oder unterschiedlich konfigurierten Messgeräten verwendet werden, ohne dass an dieser oder deren Einstellungen etwas verändert werden muss. Auch im Service-Fall können - mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens und mit Teilnehmern oder Geräten welche erfindungsgemäß ausgeführt sind - die kommunikationsbeteiligten Komponenten der Maschine einfach durch gleichartige ausgetauscht werden, ohne dass ein Servicetechniker den Ersatzkomponenten spezifische Kommunikations-Adressen vergeben muss oder Änderungen an der Maschinenkonfiguration in der Steuereinheit vornehmen muss.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung werden nachfolgend anhand von konkreten Ausführungsbeispielen, welche in den Zeichnungen schematisch dargestellt sind, rein beispielhaft näher beschrieben. Dabei wird auch auf weitere Vorteile der Erfindung eingegangen. Im Einzelnen zeigen:

Fig. 1 eine erste beispielhafte Ausführungsform eines erfindungsgemässen Kommunikationssystems;

Fig. 2 eine zweite beispielhafte Ausführungsform eines erfindungsgemässen Kommunikationssystems;

Fig. 3 eine dritte beispielhafte Ausführungsform eines
erfindungsgemässen Kommunikationssystems mit
zusätzlicher Synchronisationsleitung;

5 Fig. 4 ein Diagramm eines ersten beispielhaften Ablaufs
einer erfindungsgemässen Maschinenkommunikation;

Fig. 5 ein Diagramm eines zweiten beispielhaften Ablaufs
einer erfindungsgemässen Maschinenkommunikation;

Fig. 6 ein Diagramm eines dritten beispielhaften Ablaufs
einer erfindungsgemässen Maschinenkommunikation;

10 Fig. 7 ein Diagramm eines vierten beispielhaften Ablaufs
einer erfindungsgemässen Maschinenkommunikation;

Fig. 8 ein Diagramm eines fünften beispielhaften Ablaufs
einer erfindungsgemässen Maschinenkommunikation;

15 Fig. 9 ein Diagramm eines sechsten beispielhaften Ablaufs
einer erfindungsgemässen Maschinenkommunikation;

Fig. 10 ein Diagramm eines siebten beispielhaften Ablaufs
einer erfindungsgemässen Maschinenkommunikation;

20 Fig. 11 ein erstes beispielhaftes, vereinfachtes Ablauf-
diagramm einer Ausführungsform einer erfindungs-
gemässen Maschinenkommunikation;

Fig. 12 ein zweites beispielhaftes, vereinfachtes Ablauf-
diagramm einer Ausführungsform einer erfindungs-
gemässen Maschinenkommunikation;

25 Fig. 13 ein erstes Beispiel einer Ausführungsform einer
Messmaschine in welcher die erfindungsgemässe
Maschinenkommunikation angewandt ist;

Fig. 14 ein zweites Beispiel einer Ausführungsform einer Messmaschine, in welcher die erfindungsgemäße Maschinenkommunikation angewandt ist.

In Fig. 1 ist eine beispielhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kommunikationssystems 10 zum bidirektionalen Austausch von Meldungen über eine Serienstruktur von Teilnehmern gezeigt. Die Teilnehmer 1, 1a des Kommunikationssystems, hier auch als Geräte 1, 1a bezeichnet, weisen Schnittstellen zum Austausch von Meldungen auf, über welche durch Kabel oder Leitungen zwischen den Teilnehmern 1, 1a eine kommunikative Verbindung herstellbar ist. Diesen Geräten 1, 1a können dabei die unterschiedlichsten Funktionen und Aufgaben zukommen, beispielsweise Sensoren, Aktoren, Gateways, Steuergeräte, etc. Die Teilnehmer 1, 1a verfügen über zumindest zwei Schnittstellen, sodass diese jeweils mit einem Vorgänger-Teilnehmer und einem Nachfolger-Teilnehmer über jeweilige Kommunikationsleitungen verbunden werden können. Es wird dabei infolge auch entsprechend der Darstellung von einer Verbindung nach links oder rechts gesprochen. Die Teilnehmer 1, 1a sind also im leitungsgebundenen Kommunikationssystem 10 in einer Art Kette hintereinander angeordnet. Die Teilnehmer 1, 1a bilden - wie in der Figur gezeigt - eine Serienstruktur, in welcher ein Teilnehmer 1, 1a jeweils Eins-zu-eins über eine Leitung mit seinem Nachbarn verbunden ist, wobei ein erster und ein letzter Teilnehmer 1a der Serienstruktur offensichtlich jeweils nur mit einer einzigen seiner Kommunikationsschnittstellen eine Verbindung 2 hat. Entsprechend könnte der jeweils letzte und erste Teilnehmer 1a auch nur eine Schnittstelle aufweisen, insbesondere sofern dessen Position als letzter oder erster

Teilnehmer fix ist, speziell wenn in diese Richtung keine Erweiterbarkeit des Kommunikationssystems mit weiteren Teilnehmern 1, 1a möglich sein soll oder muss.

In einer speziellen Ausführungsform können auch der letzte und der erste Teilnehmer der Serienstruktur über jeweils zwei Kommunikationsschnittstellen verfügen. Somit kann auch zwischen dem letzten und ersten Teilnehmer eine Kommunikationsverbindung hergestellt werden, sodass der letzte Teilnehmer dem ersten vorangeht und der erste dem letzten nachfolgt, sodass aus der Anordnung der Teilnehmer ein Ring entsteht, in welchem eine erfindungsgemäße Kommunikation stattfindet. Damit kann beispielsweise die Notwendigkeit eine Meldung, speziell einer Broadcast- oder Multicast-Meldung, auf beiden Kommunikationsschnittstellen eines Teilnehmers zu senden entfallen. Um bei einem Ring mehrfache Umläufe derselben Meldung zu vermeiden, können dabei jedoch Mechanismen zur Nicht-Weiterleitung von wiederempfangenen eigenen Meldungen implementiert werden, beispielsweise in diesbezüglich entsprechend angepassten Abbildungsfunktionen und Verarbeitungskriterien.

Im Sinne der zuvor beschriebenen Erweiterbarkeit bzw. flexiblen Austauschbarkeit von Teilnehmern 1, 1a im Kommunikationssystem 10 sowie der vorzugsweisen Gleichartigkeit und Ersetzbarkeit der Teilnehmer im Kommunikationssystem, weisen vorzugsweise alle Teilnehmer zwei Schnittstellen auf, auch wenn beim ersten und/oder letzten Teilnehmer 1a der Kette dies nicht zwingend erforderlich wäre und bei diesen eine der beiden Schnittstellen ungenutzt bleibt. In einer anderen Ausführungsform kann beispielsweise ein Teilnehmer 1a als Steuergerät ausgebildet sein, welches immer am Kopf der Kommunikationsstruktur 10 steht und entsprechend nur eine Schnittstelle

aufweist, in die andere Richtung ist der Bus jedoch erweiterbar, wobei eine Schnittstelle des letzten Teilnehmers immer offen bleibt bzw. allenfalls durch einen speziellen Blindstecker abgeschlossen wird. Im

5 Kommunikationssystem ist ein solches Steuergerät jedoch gleichrangig mit den anderen Teilnehmern, es erfüllt also keine Steueraufgaben im Sinne eines Kommunikations-Masters welcher z.B. Adressen vergibt, sondern das Steuern des Steuergeräts bezieht sich auf ein Steuern der technischen

10 Funktionen des Messsystems als solches - und insbesondere nicht auf ein Steuern der Kommunikation (also etwa keine Konfiguration der Soll-Kriterien oder der Abbildung, speziell keine teilnehmerspezifische Konfiguration dieser). Spezielle Teilnehmer der Kommunikation können auch mehr als

15 zwei Schnittstellen aufweisen um Abzweigungen zu realisieren, wie dies bereits erläutert wurde.

Die Schnittstellen sind dabei unabhängig voneinander bedienbar. Es handelt sich also beispielsweise nicht um zwei parallelgeschaltete Stecker, zwischen welchen

20 Kommunikationsleitungen durchgeschleift sind und welche im Gerät abgegriffen werden, wie dies etwa bei einem CAN-Bus der Fall ist. Es sind zwei vollwertige, eigenständige Kommunikationsschnittstellen, welche bidirektional, also im Halbduplex oder Vollduplex-Betrieb mit einer Schnittstelle

25 eines Nachbarn kommunizieren können. Die Kommunikation kann nicht nur durch elektrische Signale in elektrischen Kabeln, sondern beispielsweise auch durch Licht in Lichtwellenleitern erfolgen.

Erfindungsgemäß wird ein verbessertes Verfahren zur

30 bidirektionalen Kommunikation zwischen Teilnehmern in einem Messsystem bereitgestellt. Insbesondere handelt es sich

beim Messsystem um ein Positionsmesssystem einer CMM in welchem die Teilnehmer als Messsensoren ausgebildet sind.

Die Anordnung der Teilnehmer erfolgt dabei in einer kettenförmigen Serienstruktur, in welcher - abgesehen von einem ersten und einem letzten der Teilnehmer in der Serienstruktur - jeder der Teilnehmer mit einer ersten Kommunikationsschnittstelle mit einem der Teilnehmer welcher vorangeht und mit einer zweiten Kommunikationsschnittstelle mit einem der Teilnehmer welcher nachfolgt über jeweils eine eigen Leitung verbunden ist.

Jeder Teilnehmer weist eine Meldungsverarbeitungseinheit auf, mit welcher die erste und die zweite Kommunikationsschnittstelle zum Senden und/oder Empfangen einer Meldung unabhängig voneinander bedienbar sind.

Die Kommunikation durch die Meldungsverarbeitungseinheit erfolgt mit einem Empfangen der Meldung als digitale Datenstruktur über die erste Kommunikationsschnittstelle und einem Auswerten eines Kennungsbereichs der Meldung durch ein Vergleichen eines Inhalts des Kennungsbereichs mit vorgegebenen Soll-Kriterien. Der Kennungsbereich enthält dabei Informationen zur Meldungsbehandlung durch den Teilnehmer, wie dies im Folgenden anhand von Beispielen im Detail erläutert wird.

Abhängig vom Vergleichsergebnis erfolgt ein Modifizieren des Inhalts des Kennungsbereichs der Meldung anhand einer vorgegebenen Abbildungsfunktion mit einem anschließenden Weiterleiten der in ihrem Kennungsbereich modifizierten Meldung über die zweite Kommunikationsschnittstelle und/oder ein Verarbeiten der Meldung in dem Teilnehmer.

Die Abbildungsfunktion bestimmt dabei anhand des empfangenen Inhalts des Kennungsbereichs einen zu sendenden Inhalt des Kennungsbereichs.

Bei diesem Verfahren können insbesondere die Soll-Kriterien
5 und die Abbildungsfunktion in allen Teilnehmern dieselben sein. Die Soll-Kriterien und die Abbildungsfunktion sind also teilnehmerinvariant - oder anders ausgedrückt - die Soll-Kriterien und die Abbildungsfunktionen bei der erfindungsgemäßen Kommunikation werden nicht
10 teilnehmerspezifisch konfiguriert, sondern das Modifizieren der Meldungen erfolgt in allen der Teilnehmern nach gleichartigen Kriterien und Abbildungen. Dabei können insbesondere die Soll-Kriterien und die Abbildungsfunktion fest in den Teilnehmern gespeichert sein. Speziell sind
15 sozusagen alle Teilnehmer der Kommunikation bezüglich ihrer Kommunikation untereinander gleichrangig ausgebildet, insbesondere wobei keiner der Teilnehmer als Kommunikationsmaster ausgebildet ist, welcher anderen Teilnehmern jeweils teilnehmerspezifische Soll-Kriterien
20 und/oder Abbildungen zuweist

Es kann dabei die Abbildungsfunktion derart gewählt sein, dass Gruppen von Teilnehmern gebildet und gleichzeitig angesprochen werden. Insbesondere kann dabei die Abbildungsfunktion derart gewählt sein, dass ein Broadcast
25 oder ein Multicast der Meldung durchführbar ist.

Dabei kann das Modifizieren abhängig davon, an welcher der Kommunikationsschnittstellen die Meldung empfangen wurde, erfolgen.

Abhängig von der Meldung, insbesondere von deren Kennung, kann die Verarbeitung ein Generieren und Absetzen einer Antwortmeldung auf die empfangene Meldung

- o über die erste Schnittstelle,
- 5 o über die zweite Schnittstelle, oder
- o über alle Schnittstellen

bewirken. Es kann Abhängig von der Meldung, insbesondere von deren Kennung, jedoch auch kein Generieren und Absetzen einer Antwortmeldung bewirkt werden.

- 10 Anhand eines speziellen Unicast-Inhalts des Kennungsbereichs kann im Messsystem ein Unicast (U) ausgeführt werden, bei welchem die Abbildungsfunktion ein dekrementieren des Inhalts des Kennungsbereichs bewirkt. Dabei kann das Verarbeiten erfolgen, wenn der Inhalt des
- 15 Kennungsbereichs einen vorgegebenen Wert hat, beispielsweise den Wert Null.

- Anhand eines speziellen Broadcast-Inhalts des Kennungsbereichs kann im Messsystem ein Broadcast (B) ausgeführt werden, bei welchem die Meldung von allen Teil-
- 20 nehmern verarbeitet wird und - unter Anwendung einer, den Inhalt des Kennungsbereichs nicht verändernden Abbildung, ein Weiterleiten der Meldung durchgeführt wird.

- Anhand eines speziellen Multicast-Inhalts des Kennungsbereichs kann im Messsystem ein Multicast (M) ausgeführt
- 25 werden, bei welchem die Meldung von einem Subset von allen Teilnehmern, welches mehr als einen Teilnehmer umfasst, verarbeitet wird und die Meldung unter Anwendung einer, den Inhalt des Kennungsbereichs nicht verändernden Abbildung weitergeleitet wird.

Anhand eines speziellen Antwort-Inhalts des Kennungsbereichs kann im Messsystem eine Answers-Weiterleitung (A) ausgeführt werden, bei welcher die Abbildungsfunktion ein inkrementieren des Inhalts des Kennungsbereichs bewirkt.

- 5 Dabei kann zur Vermeidung von Zugriffskonflikten auf einer der Kommunikationsschnittstellen ein Zwischenspeichern von empfangenen Meldungen in der Meldungsverarbeitungseinheit erfolgen.

Die Erfindung betrifft neben dem Verfahren auch Teilnehmer
10 einer bidirektionalen Messsystem-Kommunikation. Diese Teilnehmer sind dabei insbesondere als Messsensor in einem Positionsmesssystem einer CMM ausgebildet.

Die Teilnehmer weisen dabei eine Meldungsverarbeitungseinheit auf, welche derart ausgebildet ist, dass diese ein
15 Kommunikationsverfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 durchführt und hierbei zumindest zwei unabhängig voneinander von der Meldungsverarbeitungseinheit bedienbare Kommunikationsschnittstellen, welche -abgesehen von einem ersten und letzten Teilnehmer in der Kette - mit einem
20 vorhergehenden bzw. einem nachfolgenden Teilnehmer verbindbar sind. Diese Kommunikationsschnittstellen können beispielsweise entsprechend der RS422, RS423, RS323 oder RS485 Spezifikation ausgeführt sein, es können aber auch andere Physical Layer verwendet werden.

25 Mittels einer Synchronisationsschnittstelle kann dabei eine Synchronisierung eines teilnehmerinternen, lokalen Taktsignals in allen Teilnehmern erfolgen, wie dies etwa in EP 2 533 022 im Detail beschrieben ist.

In der Folge betrifft die Erfindung auch ein Koordinatenmessgerät mit einem Kommunikationssystem mit hier
30

beschriebenen Teilnehmern, welches nach dem erfindungs-
gemäßen Verfahren arbeitet. Dabei kann insbesondere einer
oder mehrere der Teilnehmer als im Betrieb auswechselbarer
Teilnehmer, welcher mit dem Kommunikationssystem verbindbar
5 ist, ausgebildet sein, speziell als ein wechselbarer Mess-
Probe-Teilnehmer.

Da die Meldungsverarbeitungseinheiten in den Teilnehmern
des Messsystems zumeist als digitale Datenverarbeitungsein-
heiten ausgeführt sind, umfasst die Erfindung auch ein
10 Computerprogrammprodukt mit Programmcode, das auf einem
maschinenlesbaren Träger gespeichert ist oder als ein
Computer-Daten-Signal, verkörpert durch eine elektro-
magnetische Welle übertragen wird, zur Durchführung des
Verfahrens. Dies gilt insbesondere wenn der Programmcode
15 einen Inhalt eines Kennungsbereichs einer empfangenen
Meldung mit einer Soll-Kondition vergleicht und aufgrund
des Vergleichsergebnisses den Inhalt des Kennungsbereichs
entsprechend einer Abbildungsfunktion modifiziert und dann
die modifizierte Meldung weitersendet und/oder die Meldung
20 lokal verarbeitet.

In Fig. 2 ist eine Ausführungsform mit Teilnehmern 1
gezeigt, welche jeweils zwei Kommunikationsinterfaces 3
aufweisen, mittels welchen die Teilnehmer jeweils mit einem
linken und rechten Nachbarn über die Verbindung 2 eine
25 direkte bidirektionale Kommunikationsbeziehung herstellen
(offensichtlich abgesehen von den jeweiligen Enden der
dadurch gebildeten Kette von Geräten). Im gezeigten
Kommunikationssystem gibt es keinen Kommunikations-Master -
auf der Ebene der Kommunikation sind alle Teilnehmer
30 gleichberechtigt. Jeder der Teilnehmer kann dabei spontan,
also von sich aus Meldungen und zu einem beliebigen
Zeitpunkt, absetzen und muss nicht erst auf eine

Kommunikationszuteilung eines Masters warten. Es werden also keine Token, Timeslots oder vom Master vorgegebene Datenframes, in welchen ein Teilnehmer seine Daten einträgt, verwendet.

- 5 Das dabei angewandte erfindungsgemäße Kommunikationsverfahren ohne Adressvergabe, welches auch als adressloses Kommunikationsverfahren bezeichnet werden kann, basiert von seinem Grundprinzip her auf einem Abbilden und Weiterleiten von Meldungen zwischen den beiden Schnittstellen, wie dies
10 anhand der folgenden Abläufe beispielhaft dargestellt wird.

Kommt eine Meldung, in diesem Beispiel eine Anforderung mit einer Kennung „R0“ - was in diesem anschaulichen Beispiel als „R“ für „Request“ und einer Identifikation von „0“
15 gedeutet werden kann - von links an ein Gerät, fühlt sich dieses angesprochen, verarbeitet oder evaluiert die Meldung („eval“ in Fig. 4 bis 10) und antwortet darauf mit der zugehörigen Antwort in Form einer Meldung mit einer Kennung „A“ - was in diesem anschaulichen Beispiel als „A“ für „Answer“ gedeutet werden kann - über jene Schnittstelle von
20 welcher die Anforderung kam. Als Variante kann das Gerät bei einer anderen empfangenen Kennung auch in die andere oder in beide Richtungen antworten. Bei einer Meldung mit einer wiederum anderen Kennung kann eine Antwort des angesprochenen Geräts auch ausbleiben - das Gerät
25 verarbeitet also die empfangene Meldung ohne dabei eine Antwort oder Bestätigung zu retournieren. Für eine Anforderung von rechts - also für eine Meldung welche über die andere Kommunikationsschnittstelle empfangen wird, gilt dabei analoges.

- 30 Bei einem Durchgang einer Meldung durch ein Gerät, wird dabei die Kennung - in diesem anschaulichen Beispiel genau

genommen deren Identifikation - über eine Abbildungs-
funktion modifiziert. Dies kann abhängig oder unabhängig
davon erfolgen, ob das jeweilige Gerät von der Kennung
angesprochen ist und die Meldung auch verarbeitet. Im
5 anschaulichen Beispiel wird dabei also speziell die
Identifikation in einer Rangfolge erhöht bzw. erniedrigt.
Dadurch enthält die Kennung eine Information über die
relative Position des Geräts im Kommunikationssystem,
welches die Meldung abgesetzt, verarbeitet oder zu
10 verarbeiten hat. Ob, und in welcher Weise eine Kennung
variiert wird, kann dabei von der jeweiligen Meldung
abhängen. Es können aber auch zusätzliche Informationen,
welche im jeweiligen Teilnehmer gespeichert sind, bei der
hierbei vorgenommenen Abbildung eingebunden werden, wie
15 dies beispielsweise oben schon beschrieben wurde.

Beispielsweise kann eine sich bei einer Weiterleitung
ändernde Kennung genutzt werden, um bei einer Anfrage,
welche mehrere oder alle Teilnehmer zu einer Antwort
veranlasst - also ein so genannter Broadcast oder Multicast
20 - die dabei von jedem Gerät generierten Antwort-Meldungen
den jeweiligen Geräten zuordnen zu können.

Beispielsweise kann - mit entsprechenden Abbildungs-
funktionen und dazupassenden Kennungen der Meldungen - eine
Meldung ein Gerät dazu veranlassen, diese oder eine andere
25 Meldung an das übernächste Gerät zu senden und/oder eine
Meldung zurück an das vorige Gerät, etc. Diese Meldung kann
das angesprochen Gerät (oder die angesprochenen Geräte)
wiederum dazu veranlassen eine weitere Meldung an ein oder
mehrere andere Geräte zu schicken, usw.

30 Durch die erfindungsgemäße Abbildung der Kennungen der
Meldungen erreicht man folglich eine Art relative

Kommunikation der Geräte in der Serie, ohne dass bei diesen gerätespezifisch unterschiedliche Adressen festgelegt sind.

Allfällige Zugriffsprobleme auf eine Schnittstelle, speziell Kollisionen von mehreren Meldungen, welche zur
5 selben Zeit über dieselbe Schnittstelle übertragen werden sollen, können mit Hilfe eines Zwischenspeichers von Meldungen gelöst werden. Bei entsprechender Wahl des Zwischenspeicherungsalgorithmus kann bei einer Anfrage an mehrere Geräte die Reihenfolge der Antworten derart
10 vorgegeben werden, dass diese immer gleich ist und sich aus dieser Reihenfolge eine eindeutige Zuordnung der Meldungen zu den Geräten ergibt, wodurch beispielsweise auch auf eine Abbildung der Kennung bei den Antworten verzichtet werden kann.

15 **In Fig. 3** ist zusätzlich zum Kommunikationssystem 10 aus Fig. 2 noch eine Synchronisationsleitung 5 gezeigt, welche alle Geräte parallel anspricht. Solche Synchronisationsleitungen 5 sind beispielsweise in Messsystemen in Form einer Triggerleitung zur Auslösung von Messungen
20 gebräuchlich. In einer weiterbildenden Ausführungsform kann es sich bei der Synchronisationsleitung 5 auch um eine kombinierte Takt-Trigger-Leitung handeln, wie diese in EP 2 533 022 beschrieben wird.

Im Folgenden sind zur weiteren Erläuterung einige
25 beispielhafte Ausführungsformen von Kommunikationsabläufen in einem erfindungsgemäßen Messmaschinenkommunikationssystem in Tabellenform dargestellt, wobei die dabei essentiellen Abläufe jeweils chronologisch in Zeilen untereinander dargestellt sind. Diese Aufzählung ist jedoch
30 nicht abschließend sondern dient lediglich zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Kommunikationsprinzips.

Fig. 4 zeigt ein erstes Beispiel eines Ablaufs einer erfindungsgemäßen Kommunikation. Das Gerät I, welches einen Teilnehmer darstellt, empfängt über seine erste Schnittstelle, also von rechts, eine Meldung mit der Kennung R0.

5 Die Auswertung dieser Kennung ergibt, dass diese Meldung vom Gerät I zu verarbeiten ist, und dass eine Antwort A zu generieren ist, welche über die Empfangsschnittstelle, also in diesem Falle über die erste Schnittstelle, nach rechts zurückgesendet wird. Bei anderen Kennungen kann auch eine
10 Verarbeitung erfolgen, bei welcher keine Antwort generiert wird und folglich auch keine neue Meldung übermittelt wird.

Fig. 5 zeigt ein zweites Beispiel eines Ablaufs einer erfindungsgemäßen Kommunikation, bei welcher das Gerät IV auf seiner zweiten Schnittstelle, also von links eine

15 Meldung mit der Kennung R1 empfängt. Die Auswertung der Kennung dieser Meldung ergibt, dass diese nicht verarbeitet werden soll, sondern die Kennung mit einer Abbildungsfunktion $f(x)=x-1$ modifiziert und die modifizierte Meldung mit Kennung R0 über die andere, in diesem Falle die erste
20 Schnittstelle, nach links weiterzuleiten ist. Das Gerät III, welches diese Meldung R0 über seine rechte Schnittstelle empfängt und Auswertet, verarbeitet diese Meldung, wobei eine Antwort mit der Kennung B generiert wird, welche in dieselbe Richtung aus der die zugehörige
25 Anfrage R0 empfangen wurde, also ebenfalls über die rechte Schnittstelle hin zu Gerät IV übermittelt wird. Das Gerät IV wendet auf die Meldung mit der Kennung B die Abbildungsfunktion $f(x)=x$ an und sendet die Meldung - in diesem Falle unverändert abgebildet - an seinen rechten
30 Nachbarn weiter.

Fig. 6 zeigt ein drittes Beispiel eines Ablaufs einer erfindungsgemäßen Kommunikation, bei welcher das Gerät I

eine Meldung mit der Kennung R erhält, welche das Gerät dazu veranlasst, die Meldung intern zu verarbeiten und zudem über die jeweils andere Schnittstelle mit einer nach der Abbildungsfunktion $f(x)=x$ an den nächsten Teilnehmer weiterzuleiten - in diesem Falle also wie schon zuvor mit einer Abbildung der Kennung, welche dieselbe Kennung ergibt. Im Rahmen des Verarbeitens wird eine Antwortmeldung D0 generiert, welche über dieselbe Schnittstelle, über welche die Meldung R empfangen wurde, übermittelt wird.

Selbiges wiederholt sich bei jedem der folgenden Geräte II, III und IV. Die Antworten dieser weiteren Geräte sind in der Figur mit unterschiedlichen Kennungen E0, F0, G0 bezeichnet, jedoch können die Kennungen der Antworten durchaus bei jedem der Geräte gleich sein. Es können also auf diese Anfrage hin alle Geräte mit D0 Antworten. Die in der Figur gewählte Darstellung mit unterschiedlichen Kennungen dient primär der Anschaulichkeit, im Sinne einer Gleichartigkeit der Geräte würde jedes Gerät mit D0 antworten. Empfängt nun beispielsweise das Gerät III eine Meldung mit der Kennung G0, so wendet es die Abbildungsfunktion $f(x)=x+1$ an, und leitet die Meldung mit der geänderten Kennung G1 über die andere Schnittstelle weiter. Die Geräte III, II und I verfahren mit den Meldungen E, F und G, welche sie von rechts empfangen in analoger Weise.

Dieses Beispiel kann als eine Kommunikation in Form eines Broadcasts, welcher alle Teilnehmer anspricht, bezeichnet werden, bei welchem jeder Teilnehmer eine Antwort zurücksendet. Beispielsweise kann in einem Messgerät mit einer derartigen Kommunikation ein Istwert oder ein Messwert einer vorausgegangenen Triggerung von allen Lagesensoren abgefragt werden. Der Empfänger von D0, E1, F2 und G3 kann diese Meldungen anhand deren Nummer der Kennung

unterscheiden und den entsprechenden Geräten zuordnen (auch wenn, wie oben erwähnt alle Teilnehmer mit einer D-Kennung geantwortet hätten). In einer anderen Ausführungsform, bei welcher die Antworten der Geräte eine Kennung aufweisen, bei welcher durch die Abbildung bei der Weiterleitung die Kennung nicht verändert wird (etwa wie bei der Kennungen B aus dem vorangegangenen Beispiel), wird eine Zuordnung der Meldungen zu den Geräten über die Reihenfolge der Ankunft der Meldungen hergestellt.

Im hier dargestellten Fall kann zur Vermeidung von Zugriffskonflikten auf den Schnittstellen ein Zwischenspeichern von empfangenen und/oder vom jeweiligen Gerät selbstgenerierten Meldungen durchgeführt werden.

Fig. 7 zeigt ein viertes Beispiel eines Ablaufs einer erfindungsgemäßen Kommunikation, bei welcher das Gerät I eine Meldung mit einer Kennung R0 empfängt, welche die Bedingung zur Verarbeitung im Gerät erfüllt, jedoch keine Weiterleitung der Meldung bewirkt. Die Verarbeitung ergibt jedoch die Antwort B, welche an jener Schnittstelle, an welcher die Meldung R0 nicht empfangen wurde, dem Gerät II übermittelt wird. Die darauf folgenden Geräte II, III und IV empfangen die Meldung B, wenden die Abbildungsfunktion $f(x)=x$ an und schicken die Meldung an der jeweils gegenüberliegenden Schnittstelle weiter.

Fig. 8 zeigt ein fünftes Beispiel eines Ablaufs einer erfindungsgemäßen Kommunikation, bei welcher das Gerät I eine Meldung mit einer Kennung V2 an der linken Schnittstelle empfängt, mittels der zutreffenden Abbildung die Kennung dekrementiert und die Meldung mit der abgebildeten Kennung V1 - aber ansonsten unverändertem Meldungsinhalt - über die andere, rechte Schnittstelle

weisersendet. Gerät II verfährt analog und sendet die Meldung mit der Kennung V0 an Gerät III. Die Meldungskennung V0 veranlasst nun das Gerät III die Meldung zu verarbeiten und nicht mehr weiterzuleiten. Im Zuge der
5 Verarbeitung wird eine Meldung W generiert, welche über beide Schnittstellen des Geräts III abgesetzt wird. Die Geräte, welche die Meldung W empfangen, leiten diese mit unveränderter Kennung an der jeweils anderen Schnittstelle weiter, wodurch die Meldung W sich über alle
10 Kommunikationsteilnehmer verteilt. Die Meldungen mit der Kennung W werden zudem auch in allen Geräten verarbeitet. Es werden auf diese W-Kennungen hin jedoch keine aktiven Antworten übermittelt. Allfällige aus der Verarbeitung der Meldung mit W-Kennung resultierende Informationen können
15 alternativ auch durch ein aktives Anfragen dieser Informationen mittels weiterer Meldungen ausgelesen werden, beispielsweise wie dies in Fig. 6 gezeigt ist.

In einer Messmaschine kann die Meldung V beispielsweise ein Verarbeiten in Form eines Prüfens auf ein überschreiten
20 eines, ggf. in der Meldung enthaltenen, Schwellwerts durch einen Messwert bedeuten. Wird ein Überschreiten festgestellt, so wird diese Information über die Meldung mit der Kennung W an alle Kommunikationsteilnehmer mitgeteilt, welche mit der Verarbeitung der W-Meldung
25 adäquat reagieren können.

Fig. 9 zeigt ein sechstes Beispiel eines Ablaufs einer erfindungsgemäßen Kommunikation, bei welchem Gerät I eine Meldung als Anforderung mit der Kennung K2 von links empfängt, abbildet und als Anforderung K1 an Gerät II
30 übermittelt, welches diese wiederum abbildet und als Anforderung K0 an Gerät III weiterleitet. Gerät III verarbeitet den Inhalt dieser Meldung K0 und retourniert

eine Antwortmeldung G0 an der Empfangsschnittstelle zurück nach links. Die von Gerät II empfangene Meldungskennung G0 wird abgebildet, indem die Kennung inkrementiert wird und folglich wird die empfangene Meldung mit der modifizierten
5 Kennung G1 weitergeleitet. Analoges geschieht in Gerät I, welches eine Meldung G2 weiterleitet. Das hier nicht dargestellte Gerät 0, welches die Anfrage K2 abgesetzt hat, kann nunmehr bei eintreffen der erwarteten Meldung G2, diese verarbeiten und beispielsweise nicht mehr weiter-
10 leiten.

Fig. 10 zeigt ein siebtes Beispiel eines Ablaufs einer erfindungsgemäßen Kommunikation, bei welchem Gerät II aufgrund eines auslösenden Events eine Meldung mit der Kennung R1 nach rechts überträgt. Das empfangende Gerät III
15 bildet die empfangene Kennung R1 durch eine Dekrementierung auf R0 ab und sendet die Meldung nach rechts zum Gerät IV. Dieses verarbeitet die Meldung mit R0 und generiert dabei eine Antwort-Meldung, welche mit der Kennung G0 in Richtung des vorangegangenen Empfangs, also nach links zu Gerät III
20 überträgt. Dieses Gerät III bildet die Kennung G0 durch Inkrementierung nach G1 ab und leitet diese nach links weiter. Gerät II hat als Antwort auf seine vorangegangene Anfrage mit der Kennung R1 auf eine entsprechende Antwort mit einer Kennung G1 gewartet, und verarbeitet daher die
25 empfangene Meldung mit der Kennung G1. Als Ergebnis der Verarbeitung übermittelt Gerät II eine Meldung mit der Kennung W nach links zu Gerät I.

Die in obigen Beispielen verwendeten Kennungen sind rein beispielhaft für die anschauliche Erläuterung des
30 erfindungsgemäßen Kommunikationsprinzips zu sehen. Die Kennungen können im praktischen Einsatz auch abstrakter, insbesondere in Form von digitalen Codierungen

implementiert sein. Auch das hier beispielhaft erläuterte Verarbeitungskriterium einer Kennung welche eine Null aufweist, ist rein beispielhaft anzusehen. Entsprechend können die in den Geräten hinterlegten Abbildungsfunktionen und Auswertungen auch entsprechend komplexer sein. Insbesondere müssen die Kennungen sowie deren Abbildungen und Kriterien nicht in menschenlesbarer Form ausgeführt sein.

Fig. 11 zeigt ein erstes Beispiel eines Ablaufs einer erfindungsgemäßen Kommunikation in einem Ablaufdiagramm. Eine vom Teilnehmer empfangene Meldung 70 wird in der Auswertung 71 nach ihrer Kennung ausgewertet. Je nach Ergebnis der Auswertung wird eine Verarbeitung 72 oder eine Kennungsabbildung 73 oder auch sowohl die Verarbeitung 72 als auch eine Kennungsabbildung 73 durchgeführt.

Die Kennungsabbildung modifiziert dabei die Kennung, abhängig von der empfangenen Kennung, wobei in diesem Zusammenhang auch eine Eins-zu-eins Abbildung, also ein Beibehalten der Kennung, als Modifikation zu verstehen ist. Nach der Kennungsabbildung 73 wird ein Weiterleiten der Meldung über eine andere Schnittstelle, als jene an welcher die Meldung empfangen wurde, durchgeführt. Über diese Schnittstelle erfolgt dann ein Senden 75 der modifizierten Meldung.

Beim Verarbeiten 72 kann der Teilnehmer auf Basis des Inhalts der empfangenen Meldung verschiedenste Funktionen ausführen. Das Verarbeiten 72 kann gegebenenfalls auch ein Antworten 76 mit einem Generieren einer Antwortmeldung auslösen. Ansonsten ist das Verarbeiten am Punkt 77 beendet. Eine allenfalls generierte Antwort-Meldung wird dann entsprechend der bei der Verarbeitung hinterlegten

Wahl 78 in Block 79 der Empfangsschnittstelle zugewiesen, in Block 80 der andere Schnittstelle zugewiesen oder über beide Blöcke 79 und 80 beiden Schnittstelle zugewiesen. Darauf folgt das Senden 75 über die entsprechende(n)
5 Schnittstelle(n).

Fig. 12 zeigt ein zweites Beispiel eines Ablaufs einer erfindungsgemäßen Kommunikation in einem Ablaufdiagramm, welches gegenüber dem ersten erweitert ist. Die in Block 70 empfangene Meldung wird anhand ihrer Kennung nun mehrfach
10 ausgewertet, wobei auch mehrere der Auswertungen zutreffen können.

Auswertung 81 trifft zu, wenn die Kennung einem Unicast-Verarbeitungskriterium entspricht, was in den zuvor erläuterten Beispielen etwa für die Kennungen R0 zutrifft.
15 Hierauf erfolgt die zuvor bereits erläuterte Verarbeitung 72, und allfälliger Antwortgenerierung 76, 78, 79, 80.

Auswertung 82 trifft zu, wenn die Kennung als ein Broadcast interpretiert wird, was in den zuvor erläuterten Beispielen
20 etwa für die Kennungen R und W zutrifft. Hierauf erfolgt die zuvor bereits erläuterte Verarbeitung 72, unter allfälliger Antwortgenerierung 76, 78, 79, 80, und zudem aber auch eine Weiterleitung 74 der Meldung.

Auswertung 83 trifft zu, wenn die Kennung als ein Multicast
25 interpretiert wird, also wenn die Kennung einem gewissen Kriterium entspricht, welches für eine Sub-Menge der Teilnehmer zutreffen kann (z.B. alle Lineargeber, alle Endschalter, etc.). Bei der Festlegung des Kriteriums können kennungsspezifisch auch weitere Informationen der
30 Meldung und/oder des Teilnehmers herangezogen werden.

Hierauf erfolgt bei Zutreffen die zuvor bereits erläuterte Verarbeitung 72, unter allfälliger Antwortgenerierung 76, 78, 79, 80, zudem aber auch eine Weiterleitung 74 der Meldung.

- 5 Auswertung 84 bewirkt die zuvor bereits erläuterte Abbildung 73 - zu welcher auch weitere Informationen der Meldung und/oder des Teilnehmers herangezogen werden können - und daraufhin das Weiterleiten 74.

10 Vor dem Absetzen der Meldung in Block 75 kann bei Abfrage 85 im Falle einer belegten Sendeschnittstelle ein Zwischenspeichern 86 der Meldung erfolgen.

Fig. 13 zeigt ein erstes Beispiel eines Messsystems 98. Das gezeigte Messgerät 98 ist als Articulated Arm ausgebildet, welcher an seinen Bewegungsachsen mit Lineargebern 91 oder
15 Drehgebern 90 ausgestattet ist. Der Articulated Arm weist auch einen auswechselbaren Messkopf 92 und eine Steuereinheit 93 auf. Dabei sind die an der Messung beteiligten Geräte, also speziell die Lineargeber 91, Drehgeber 90, der Messkopf 92 und die Steuereinheit 93 Teilnehmer am
20 erfindungsgemäßen Kommunikationssystem.

Fig. 14 zeigt ein zweites Beispiel eines Messsystems 99. Das gezeigte Messgerät 99 ist als Koordinatenmessgerät in Portalbauweise ausgebildet, welche mit Lineargebern 91 ausgestattet ist. Einen auswechselbaren Messkopf 92 ist
25 dabei an einem Schwenkkopf 94 angebracht. Eine externe Steuereinheit 93 koordiniert die Messabläufe. Die datenverarbeitenden Geräte oder Komponenten mit welchen das Messsystem ausgestattet ist, speziell also die Lineargeber 91, der motorisch bewegliche Schwenkkopf 94, der
30 Messkopf 92 und die Steuereinheit 93 sind dabei als

Teilnehmer am erfindungsgemäßen Kommunikationssystem ausgebildet, über welches diese mittels Kommunikationsleitungen angesteuert bzw. abgefragt werden können.

Neben den in den Fig. 13 und Fig. 14 explizit gezeigten
5 Messsystemen kann das erfindungsgemäße Kommunikationsverfahren auch in anders aufgebauten Meßsystemen Anwendung finden, etwa in Theodoliten, Totalstationen, Lasertrackern, Laserscannern, etc.

Patentansprüche

1. Verfahren zur leitungsgebundenen bidirektionalen Kommunikation zwischen Teilnehmern (1,1a) in einem Positionsmesssystem eines Koordinatenmessgeräts (98,99), insbesondere mit Messsensoren als Teilnehmer (1,1a), mit in einer Anordnung der Teilnehmer (1,1a) in einer kettenförmigen Serienstruktur in welcher, abgesehen von einem ersten und einem letzten der Teilnehmer (1a) in der Serienstruktur, jeder der Teilnehmer (1) mit einer ersten Kommunikationsschnittstelle mit einem der Teilnehmer (1,1a) welcher vorangeht, und mit einer zweiten Kommunikationsschnittstelle mit einem der Teilnehmer (1,1a) welcher nachfolgt, verbunden ist, wobei jeder Teilnehmer (1,1a) eine Meldungsverarbeitungseinheit aufweist, mit welcher die erste und die zweite Kommunikationsschnittstelle (3) zum Senden und/oder Empfangen einer Meldung unabhängig voneinander bedienbar sind, und die Kommunikation durch die Meldungsverarbeitungseinheit mit
- einem Empfangen (70) der Meldung als digitale Datenstruktur über die erste Kommunikationsschnittstelle (3)
 - einem Auswerten eines Kennungsbereichs der Meldung, welcher Informationen zur Meldungsbehandlung durch den Teilnehmer (1,1a) enthält, durch ein Vergleichen (71) eines Inhalts des Kennungsbereichs mit vorgegebenen Soll-Kriterien und,
 - abhängig vom Vergleichsergebnis,

- 5 o ein Modifizieren (73) des Inhalts des
Kennungsbereichs der Meldung anhand einer
vorgegebenen Abbildungsfunktion, welche anhand
des empfangenen Inhalts des Kennungsbereichs
einen zu sendenden Inhalt des Kennungsbereichs
bestimmt, mit
einem anschließenden Weiterleiten (74) der in
ihrem Kennungsbereich modifizierten Meldung über
die zweite Kommunikationsschnittstelle (3)
10 und/oder
o ein Verarbeiten (72) der Meldung in dem
Teilnehmer (1,1a)
erfolgen.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Soll-Kriterien und die Abbildungsfunktion in allen
Teilnehmern (1,1a) dieselben sind, insbesondere wobei
die Soll-Kriterien und die Abbildungsfunktion fest in
den Teilnehmern (1,1a) gespeichert sind.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch**
gekennzeichnet, dass
alle Teilnehmer (1,1a) der Kommunikation bezüglich
ihrer Kommunikation untereinander gleichrangig sind,
25 insbesondere wobei keiner der Teilnehmer als
Kommunikationsmaster, welcher anderen Teilnehmern
jeweils teilnehmerspezifische Soll-Kriterien und/oder
Abbildungen zuweist, ausgebildet ist.
- 30 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch**
gekennzeichnet, dass
die Abbildungsfunktion derart gewählt ist, sodass
Gruppen von Teilnehmern (1,1a) gebildet und

gleichzeitig angesprochen werden, insbesondere wobei die Abbildungsfunktion derart gewählt ist, dass ein Broadcast oder ein Multicast der Meldung durchführbar ist.

5

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass**

das Modifizieren abhängig davon, an welcher der Kommunikationsschnittstellen (3) des Teilnehmers (1,1a) die Meldung empfangen wurde, erfolgt.

10

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass**

Abhängig von der Meldung, insbesondere von deren Kennung, die Verarbeitung (72)

15

- ein Generieren und Absetzen einer Antwortmeldung auf die Meldung
 - o über die erste Schnittstelle (3),
 - o über die zweite Schnittstelle (3), oder
 - o über alle Schnittstellen (3)

20

bewirkt oder

- kein Generieren und absetzen einer Antwortmeldung bewirkt.

- 25 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass**

anhand eines speziellen Unicast-Inhalts des Kennungsbereichs im Messsystem ein Unicast ausgeführt wird, bei welchem die Abbildungsfunktion ein dekrementieren des Inhalts des Kennungsbereichs bewirkt und das Verarbeiten bei einem Inhalt des Kennungsbereichs

30

von einen vorgegebenen Wert durchgeführt wird,
insbesondere einem Wert von Null.

- 5 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**
anhand eines speziellen Broadcast-Inhalts des
Kennungsbereichs im Messsystem ein Broadcast ausgeführt
wird, bei welchem
10 die Meldung von allen Teilnehmern (1,1a) verarbeitet
wird und
die Meldung unter Anwendung einer den Inhalt des
Kennungsbereichs nicht verändernden Abbildung
weitergeleitet wird.
- 15 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass**
anhand eines speziellen Multicast-Inhalts des
Kennungsbereichs im Messsystem ein Multicast ausgeführt
wird, bei welchem
20 die Meldung von einem Subset von allen
Teilnehmern (1,1a), welches mehr als einen
Teilnehmer (1,1a) umfasst, verarbeitet wird und
die Meldung unter Anwendung einer den Inhalt des
Kennungsbereichs nicht verändernden Abbildung
25 weitergeleitet wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- anhand eines speziellen Antwort-Inhalts des
30 Kennungsbereichs im Messsystem eine Antwort-
Weiterleitung ausgeführt wird, bei welchem die
Abbildungsfunktion ein inkrementieren des Inhalts des
Kennungsbereichs bewirkt und/oder

- zur Vermeidung von Zugriffskonflikten auf eine der Kommunikationsschnittstellen (3) ein Zwischenspeichern von empfangenen Meldungen in der Meldungsverarbeitungseinheit erfolgt.

5

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Kommunikation auch zwischen einer ersten Kommunikationsschnittstelle (3) des ersten der Teilnehmer (1a) und einer zweiten Kommunikationsschnittstelle des letzten der Teilnehmer (1a) erfolgt, sodass der erste der Teilnehmer (1a) dem letzten der Teilnehmer (1a) nachfolgt und der letzte der Teilnehmer (1a) dem ersten der Teilnehmer (1a) vorangeht und die Serienstruktur der Teilnehmer (1a) zu einem Ring geschlossen ist.

10

15

12. Teilnehmer (1,1a) einer bidirektionalen leitungsgebundenen Messsystem-Kommunikation, insbesondere ein Teilnehmer (1,1a) als Messsensor in einem Positionsmesssystem, eines Koordinatenmessgeräts, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Teilnehmer (1,1a)

20

25

30

- eine Meldungsverarbeitungseinheit, welche derart ausgebildet ist, dass diese ein Kommunikationsverfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 durchführt und
- zumindest zwei unabhängig voneinander von der Meldungsverarbeitungseinheit bedienbare Kommunikationsschnittstellen, welche mit einem vorhergehenden und einem nachfolgenden Teilnehmer (1,1a) verbindbar sind, aufweist.

13. Teilnehmer nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Kommunikationsschnittstellen (3) entsprechend der
5 RS422, RS423, RS323 oder RS485 Spezifikation ausgeführt sind.
14. Teilnehmer nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass**
10 über eine Synchronisationsschnittstelle (5) eine Synchronisierung eines teilnehmerinternen, lokalen Taktsignals in allen Teilnehmern (1,1a) erfolgt, insbesondere mittels eines kombinierten Takt-Trigger-Signals.
- 15 15. Koordinatenmessgerät mit einem leitungsgebundenen Kommunikationssystem mit Teilnehmern (1,1a) nach einem der Ansprüche 12 bis 14, welches nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 arbeitet,
20 insbesondere wobei ein im Betrieb auswechselbarer Teilnehmer (1,1a), speziell ein wechselbarer Mess-Probe-Teilnehmer, mit dem Kommunikationssystem verbindbar ist.
- 25 16. Computerprogrammprodukt mit Programmcode, der auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichert ist oder Computer-Daten-Signal, verkörpert durch eine elektromagnetische Welle, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, insbesondere wobei der Programmcode
30 einen Inhalt eines Kennungsbereichs einer empfangenen Meldung mit einer Soll-Kondition vergleicht und aufgrund des Vergleichsergebnisses den Inhalt des Kennungsbereichs entsprechend einer Abbildungsfunktion

modifiziert und dann die modifizierte Meldung
wetersendet und/oder die Meldung lokal verarbeitet,
vorzugsweise wenn das Programm in einem
Teilnehmer (1,1a) eines Messsystems, speziell in dessen
5 Meldungsverarbeitungseinheit, aufgeführt wird.

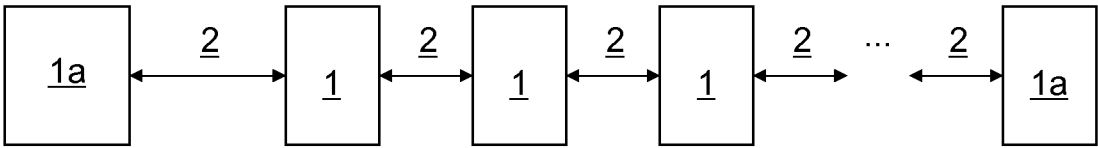


Fig. 1

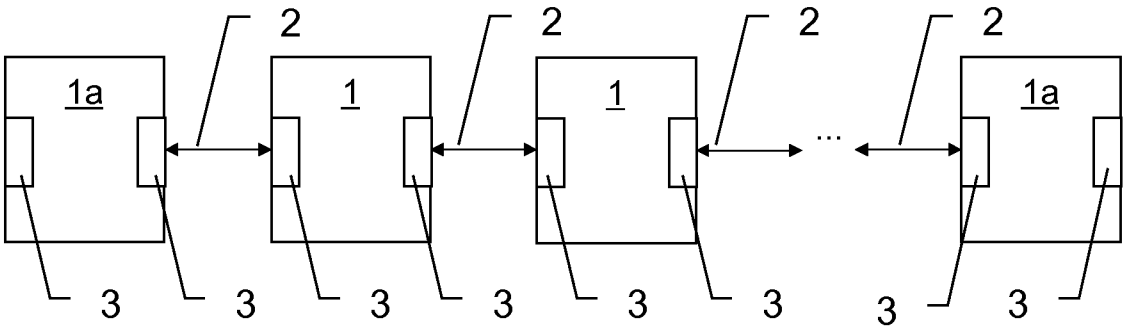


Fig. 2

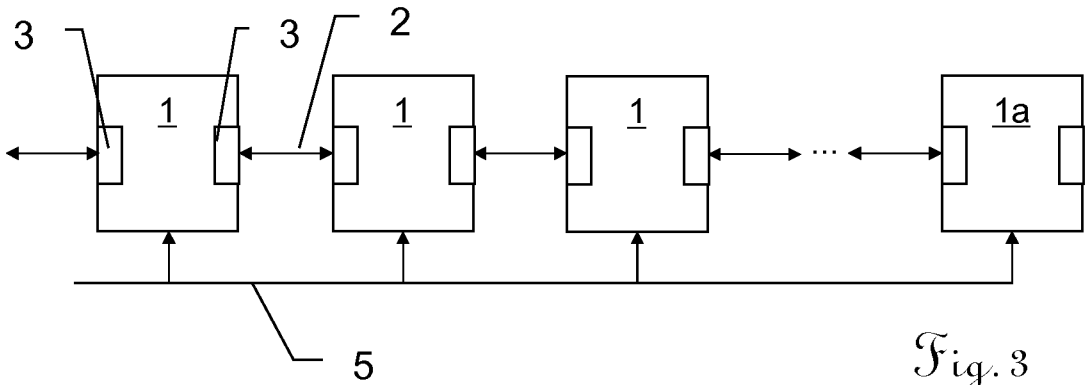


Fig. 3

2/7

Kenn ung	Gerät I	Kenn ung	Gerät II	Kenn ung	Gerät III	Kenn ung	Gerät IV	Kenn ung
R0 →	eval							
← A								

Fig. 4

Kenn ung	Gerät I	Kenn ung	Gerät II	Kenn ung	Gerät III	Kenn ung	Gerät IV	Kenn ung
							$f(x) = x-1$	← R1
					eval	← R0		
						B →	$f(x) = x$	
								B →

Fig. 5

Kenn ung	Gerät I	Kenn ung	Gerät II	Kenn ung	Gerät III	Kenn ung	Gerät IV	Kenn ung
R →	$f(x) = x$ eval	R →	$f(x) = x$ eval	R →	$f(x) = x$ eval	R →	$f(x) = x$ eval	R →
← D0								
← E1	$f(x) = x+1$	← E0	$f(x) = x+1$	← F0	$f(x) = x+1$	← G0		
← F2		← F1		← G1				
← G3		← G2						

Fig. 6

3/7

Kenn ung	Gerät I	Kenn ung	Gerät II	Kenn ung	Gerät III	Kenn ung	Gerät IV	Kenn ung
R0 →	eval							
		B →	$f(x) = x$					
				B →	$f(x) = x$			
						B →	$f(x) = x$	
								B →

Fig. 7

Kenn ung	Gerät I	Kennu ng	Gerät II	Kenn ung	Gerät III	Kenn ung	Gerät IV	Kenn ung
V2 →	$f(x) = x-1$							
		V1 →	$f(x) = x-1$					
				V0 →	eval			
			$f(x) = x$ eval	←W		W→	$f(x) = x$ eval	
	$f(x) = x$ eval	←W						W →
←W								

Fig. 8

4 / 7

Kenn ung	Gerät I	Kenn ung	Gerät II	Kenn ung	Gerät III	Kenn ung	Gerät IV	Kenn ung
K2 →	$f(x) = x-1$							
		K1 →	$f(x) = x-1$					
				K0 →	eval			
			$f(x) = x+1$	← G0				
	$f(x) = x+1$	← G1						
← G2								

Fig. 9

Kenn ung	Gerät I	Kenn ung	Gerät II	Kenn ung	Gerät III	Kenn ung	Gerät IV	Kenn ung
			event	R1 →	$f(x) = x-1$			
						R0 →	eval	
					$f(x) = x+1$	← G0		
			eval	← G1				
		← W						

Fig. 10

5/7

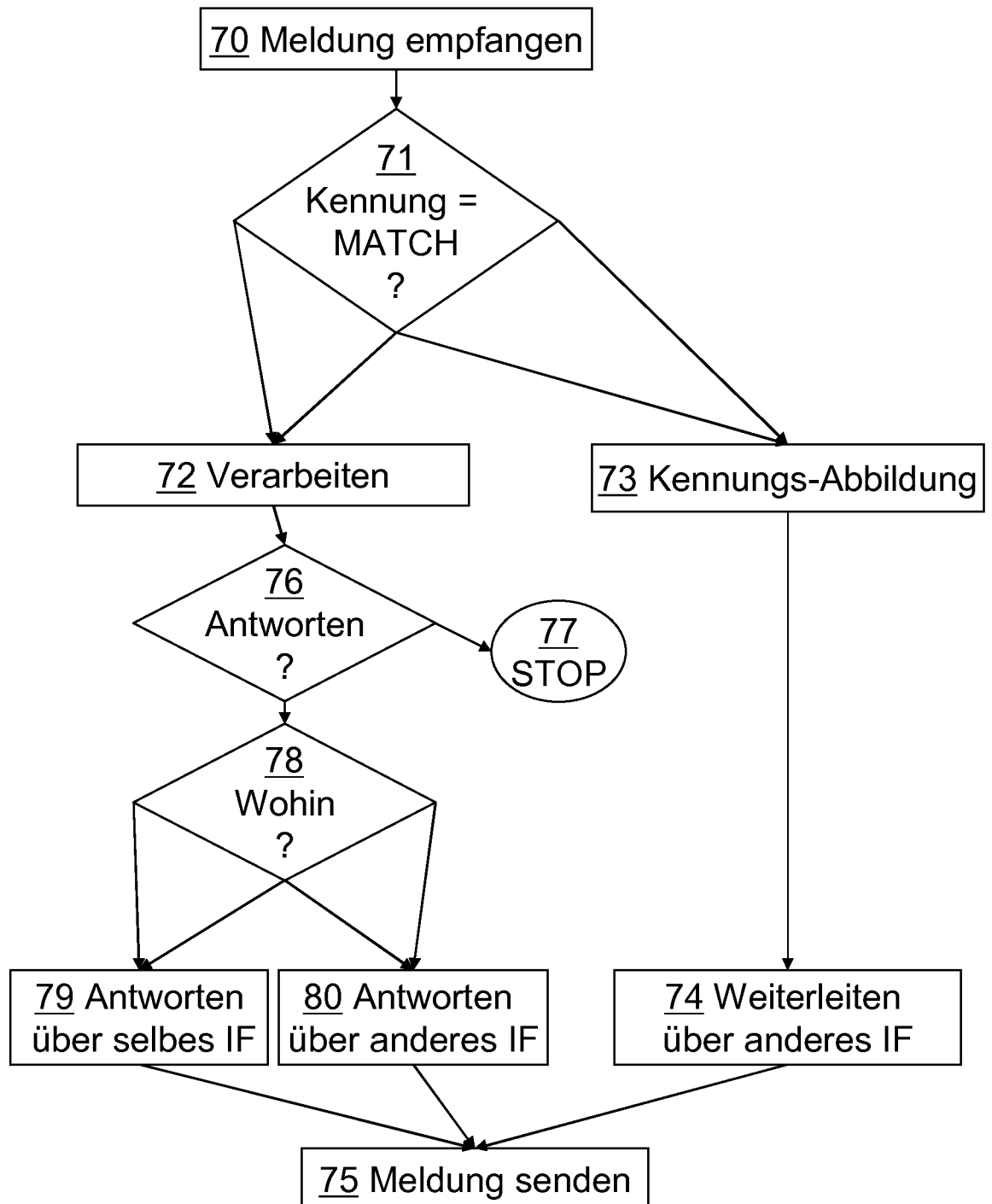


Fig. 11

6/7

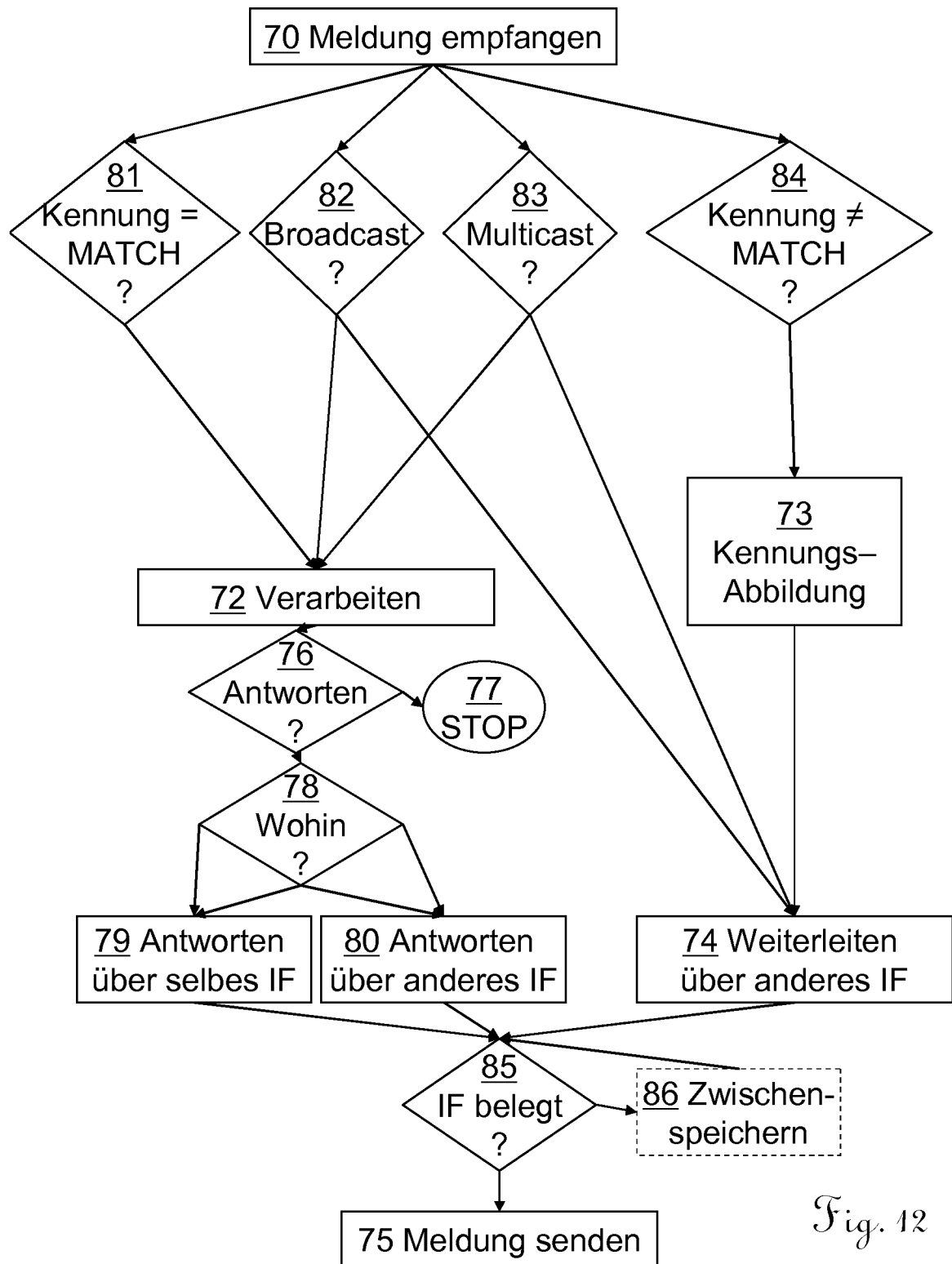
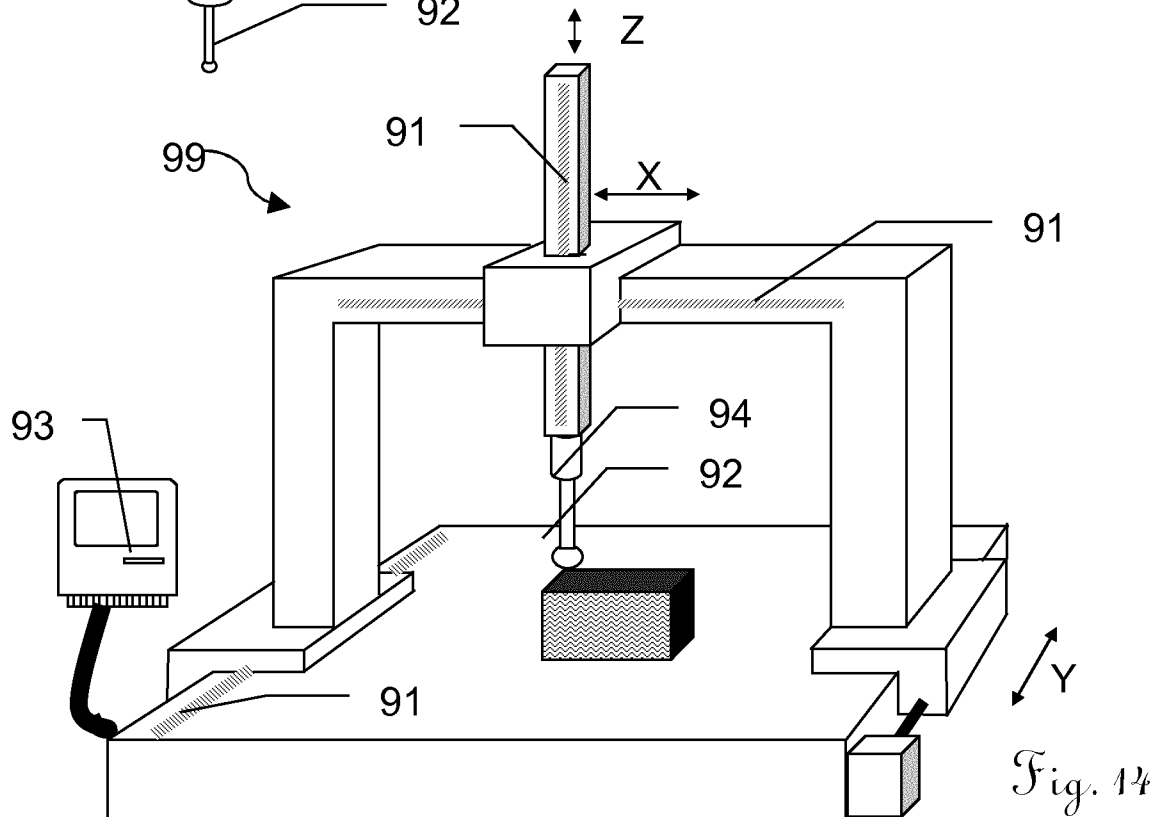
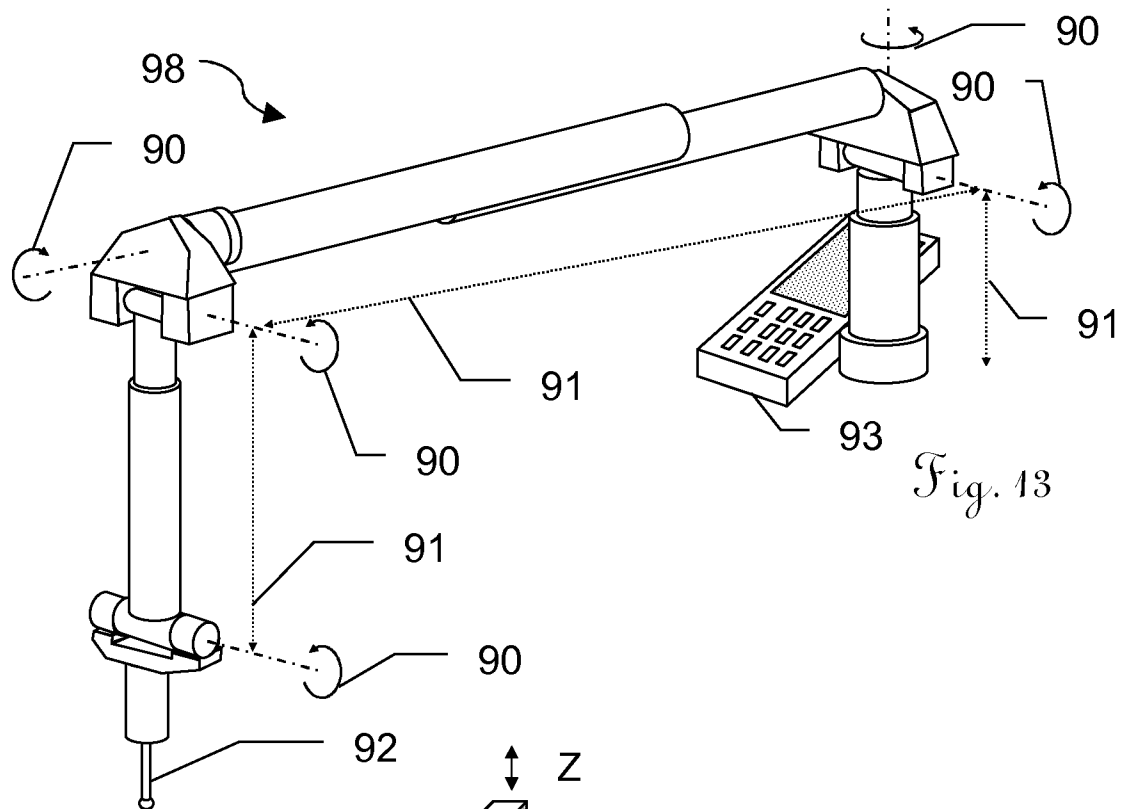


Fig. 12

7/7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/065235

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01B21/04 G01D21/00 H04L12/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B G01D H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 199 28 716 A1 (FARO TECH INC [US]) 3 February 2000 (2000-02-03) abstract column 1, line 5 - column 1, line 46; figure 1 column 2, line 14 - column 3, line 15; figure 2 -----	1-16
A	US 2009/135716 A1 (VEILLETTE MICHEL [CA]) 28 May 2009 (2009-05-28) paragraph [0035] - paragraph [0037] paragraph [0154] - paragraph [0171]; figures 1A,4A -----	1-16
A	US 5 874 903 A (SHUEY KENNETH C [US] ET AL) 23 February 1999 (1999-02-23) column 3, line 6 - column 6, line 17; figures 1-6 ----- -/--	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 September 2013

Date of mailing of the international search report

18/09/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Beyfuß, Martin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/065235

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2005/251403 A1 (SHUEY KENNETH C [US]) 10 November 2005 (2005-11-10) paragraph [0023] - paragraph [0035]; figure 1 -----	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/065235

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19928716	A1	03-02-2000	CA 2276897 A1 08-01-2000
			DE 19928716 A1 03-02-2000
			FR 2781045 A1 14-01-2000
			GB 2339370 A 19-01-2000
			IT T0990564 A1 10-01-2000
			JP 2000024985 A 25-01-2000
			US 6219928 B1 24-04-2001

US 2009135716	A1	28-05-2009	CA 2705090 A1 28-05-2009
			CA 2705093 A1 28-05-2009
			EP 2215555 A1 11-08-2010
			EP 2215616 A1 11-08-2010
			US 2009135716 A1 28-05-2009
			US 2009135762 A1 28-05-2009
			US 2009135836 A1 28-05-2009
			US 2009135843 A1 28-05-2009
			US 2009135851 A1 28-05-2009
			US 2009138617 A1 28-05-2009
			US 2012140678 A1 07-06-2012
			WO 2009067251 A1 28-05-2009
			WO 2009067253 A1 28-05-2009
			WO 2009067254 A1 28-05-2009
			WO 2009067255 A1 28-05-2009
			WO 2009067259 A1 28-05-2009
			WO 2009067262 A2 28-05-2009

US 5874903	A	23-02-1999	AR 012928 A1 22-11-2000
			AU 7714198 A 21-12-1998
			CA 2292695 A1 10-12-1998
			GB 2340645 A 23-02-2000
			US 5874903 A 23-02-1999
			WO 9855975 A1 10-12-1998

US 2005251403	A1	10-11-2005	AR 050864 A1 29-11-2006
			AU 2005282348 A1 16-03-2006
			CA 2579655 A1 16-03-2006
			US 2005251403 A1 10-11-2005
			WO 2006029315 A2 16-03-2006

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/065235

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01B21/04 G01D21/00 H04L12/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01B G01D H04L		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 199 28 716 A1 (FARO TECH INC [US]) 3. Februar 2000 (2000-02-03) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 5 - Spalte 1, Zeile 46; Abbildung 1 Spalte 2, Zeile 14 - Spalte 3, Zeile 15; Abbildung 2 -----	1-16
A	US 2009/135716 A1 (VEILLETTE MICHEL [CA]) 28. Mai 2009 (2009-05-28) Absatz [0035] - Absatz [0037] Absatz [0154] - Absatz [0171]; Abbildungen 1A, 4A -----	1-16
A	US 5 874 903 A (SHUEY KENNETH C [US] ET AL) 23. Februar 1999 (1999-02-23) Spalte 3, Zeile 6 - Spalte 6, Zeile 17; Abbildungen 1-6 ----- -/-	1-16
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
4. September 2013		18/09/2013
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Beyfuß, Martin

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2005/251403 A1 (SHUEY KENNETH C [US]) 10. November 2005 (2005-11-10) Absatz [0023] - Absatz [0035]; Abbildung 1 -----	1-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/065235

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19928716	A1	03-02-2000	CA 2276897 A1 08-01-2000
			DE 19928716 A1 03-02-2000
			FR 2781045 A1 14-01-2000
			GB 2339370 A 19-01-2000
			IT T0990564 A1 10-01-2000
			JP 2000024985 A 25-01-2000
			US 6219928 B1 24-04-2001

US 2009135716	A1	28-05-2009	CA 2705090 A1 28-05-2009
			CA 2705093 A1 28-05-2009
			EP 2215555 A1 11-08-2010
			EP 2215616 A1 11-08-2010
			US 2009135716 A1 28-05-2009
			US 2009135762 A1 28-05-2009
			US 2009135836 A1 28-05-2009
			US 2009135843 A1 28-05-2009
			US 2009135851 A1 28-05-2009
			US 2009138617 A1 28-05-2009
			US 2012140678 A1 07-06-2012
			WO 2009067251 A1 28-05-2009
			WO 2009067253 A1 28-05-2009
			WO 2009067254 A1 28-05-2009
			WO 2009067255 A1 28-05-2009
			WO 2009067259 A1 28-05-2009
			WO 2009067262 A2 28-05-2009

US 5874903	A	23-02-1999	AR 012928 A1 22-11-2000
			AU 7714198 A 21-12-1998
			CA 2292695 A1 10-12-1998
			GB 2340645 A 23-02-2000
			US 5874903 A 23-02-1999
			WO 9855975 A1 10-12-1998

US 2005251403	A1	10-11-2005	AR 050864 A1 29-11-2006
			AU 2005282348 A1 16-03-2006
			CA 2579655 A1 16-03-2006
			US 2005251403 A1 10-11-2005
			WO 2006029315 A2 16-03-2006
