

(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
6. April 2006 (06.04.2006)

PCT

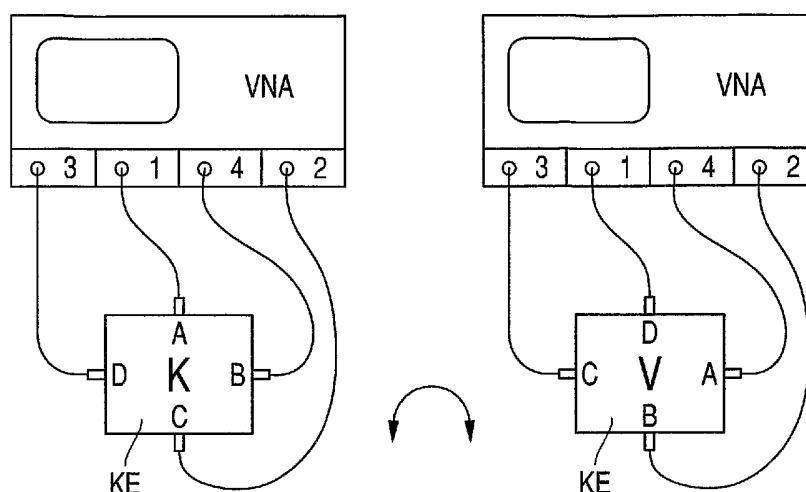
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/034801 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01R 35/00**, 27/28
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/010144
- (22) Internationales Anmeldedatum:
20. September 2005 (20.09.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2004 047 308.0
29. September 2004 (29.09.2004) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROHDE & SCHWARZ GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Mühldorfstrasse 15, 81671 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HIEBEL, Michael** [DE/DE]; Kirchstr. 25, 82256 Fürstenfeldbruck (DE).
- (74) Anwalt: **KÖRFER, Thomas**; Mitscherlich & Partner, Postfach 33 06 09, 80066 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR VERIFYING THE CALIBRATION OF A MULTIPORT NETWORK ANALYZER AND CORRESPONDING CALIBRATION UNIT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR VERIFIKATION DER KALIBRIERUNG EINES MEHRTOR-NETZWERKANALYSATORS UND ZUGEHÖRIGE KALIBRIEREINHEIT



(57) Abstract: The aim of the invention is to verify the calibration of a multiport network analyzer (VNA) which uses a calibration unit (KE) for calibration, said unit having a plurality of calibration ports (A-D) corresponding to the number of measuring ports (1-4) of the network analyzer, whereby different calibration standards, especially idle, short-circuit, adaptation or through-connection standards can be connected to the calibration ports. According to the inventive method, the calibration standards previously used for calibration of the calibration unit are used as verification standards. Only the connections of the calibration ports of the calibration unit are interchanged with the measuring ports of the network analyzer in such a manner that one calibration standard of the calibration unit each which is different from the one used in the previous calibration process is connected to every measuring port of the network analyzer.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/034801 A1



NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Zur Verifikation der Kalibrierung eines Mehrtor-Netzwerkanalysators (VNA) bei dem zur Kalibrierung eine Kalibriereinheit (KE) benutzt wird, die mehrere der Anzahl der Meßtore (1-4) des Netzwerkanalysators entsprechende Anzahl von Kalibriertoren (A-D) aufweist, an denen jeweils unterschiedliche Kalibrierstandards, insbesondere Lehrlauf-, Kurzschluß-, Anpassungs- bzw. Durchverbindungs-Standards angeschlossen werden, werden als Verifikations-Standards die vorher zur Kalibrierung benutzten Kalibrierstandards der Kalibriereinheit verwendet; dabei werden nur die Verbindungen der Kalibriertore der Kalibriereinheit mit den Meßtoren des Netzwerkanalysators derart vertauscht, daß an jedem Meßtore des Netzwerkanalysators jeweils ein anderer Kalibrierstandard der Kalibriereinheit als bei der vorausgehenden Kalibrierung angeschaltet wird.

VERFAHREN ZUR VERIFIKATION DER KALIBRIERUNG EINES MEHRTOR-NETZWERKANALYSATORS
UND ZUGEHÖRIGE KALIBRIEREINHEIT

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verifikation der Kalibrierung eines Mehrtor-Netzwerkanalysators laut Oberbegriff des Hauptanspruches sowie eine Kalibriereinheit hierfür.

10

Vektorielle Netzwerkanalysatoren müssen vor Ausführung einer Messung der Transmissions- und Reflexions-Koeffizienten eines Meßobjektes kalibriert werden. Hierbei werden an drei oder mehr bekannten, voneinander

15

verschiedenen Kalibrierstandards jeweils Koeffizientenmessungen durchgeführt, aus denen Fehlerterme berechnet werden, mit denen dann bei der eigentlichen Objektmessung Systemfehlerkorrekturen durchgeführt werden.

20

Als Kalibrierstandards werden beispielsweise ein Lehrlauf (Open), ein Kurzschluß (Short), eine Anpassung (Match) oder eine Durchverbindung (Through) benutzt, die nacheinander an die Meßstore angeschaltet werden. Es ist bekannt, diese Kalibrierstandards beispielsweise auf einen

25

Substrat auszubilden und im Inneren eines Gehäuses anzuordnen, von dem seitlich jeweils Kabelanschlüsse abstehen. Eine solche Kalibriereinheit mit fest dimensionierten Kalibrierstandards wird zum Kalibrieren über Stecker und Kabel mit den entsprechenden Meßstoren des Netzwerkanalysators verbunden. Der Kalibriervorgang kann

30

dann gesteuert durch einen Rechner automatisch ablaufen.

Es ist auch aus der US 5,578,932 bekannt, solche Kalibrierstandards als umschaltbare komplexe Impedanzen auszubilden und die verschiedenen unterschiedlichen Kalibrierstandards durch Umschalten zu realisieren.

35

Nach erfolgter Kalibrierung des Netzwerkanalysators ist es zweckmäßig, eine Überprüfung (Verifikation) der Kalibrierung durchzuführen. Dazu werden in der Praxis sog.

- T-Checker verwendet, die an die Meßstore angeschlossen werden und mit denen dann entsprechende Koeffizientenmessungen durchgeführt werden. Für Netzwerkanalysatoren mit mehr als zwei Meßstoren ist die Anwendung solcher T-Checker wegen der vielen erforderlichen Schraubverbindungen und damit möglichen Anschlußfehlern sehr umständlich und fehlerträchtig. Für Zweitor-Netzwerkanalysatoren, bei denen zur Kalibrierung umschaltbare Impedanzen benutzt werden, ist es aus der US 5,578,932 bekannt, zur Verifikation die gleichen Standards wie zur Kalibrierung zu benutzen. Dabei können jedoch Verkabelungsfehler (vertauschte Anschlüsse oder schlechte elektrische Verbindungen an den Steckern) nicht ermittelt werden, obwohl diese Fehler in der Praxis jedoch sehr häufig auftreten. Nach dem bekannten Verfahren ist keine vollständige Verifikation möglich, da beim Übergang von Kalibrierung zu Verifikation die Stecker nicht gelöst werden.
- Es ist Aufgabe der Erfindung ein Verfahren zur vollständigen Verifikation der Kalibrierung eines Mehrtor-Netzwerkanalysators aufzuzeigen. Außerdem ist es Aufgabe der Erfindung, eine hierfür geeignete Kalibriereinheit aufzuzeigen, die eine einfache Ausführung dieses Verfahrens ermöglicht.

Diese Aufgabe wird ausgehend von einem Verfahren laut Oberbegriff des Anspruchs 1 durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst. Die Lösung für die Kalibriereinheit ergibt sich aus Anspruch 3. Vorteilhafte Weiterbildungen auch bezüglich der Ausgestaltung der Kalibriereinheit ergeben sich aus den weiteren Unteransprüchen.

Gemäß der Erfindung wird für die Verifikation die gleiche Kalibriereinheit benutzt, wie sie vorausgehend für die Kalibrierung verwendet wurde, wobei es lediglich erforderlich ist, die Anschlüsse der zum Netzwerkanalysator führenden Verbindungskabel so zu vertauschen, daß an jedem Meßtor des Netzwerkanalysators

- jeweils ein anderer Kalibrierstandard der Kalibriereinheit als bei der vorausgehenden Kalibrierung angeschaltet ist, also beispielsweise jeweils ein anderer Lehrlauf, ein anderer Kurzschluß, eine andere Anpassung und andere
- 5 Durchverbindungen. Da beim erfindungsgemäßen Verfahren für die Verifikation die vorher für die Kalibrierung benutzten Steckverbindungen vollständig gelöst und nach dem Verdrehen der Kalibriereinheit neu verbunden werden müssen, werden auch Verkabelungsfehler wie vertauschte
- 10 Anschlüsse oder schlechte elektrische Verbindungen an den Steckern bei der Verifikation festgestellt. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist daher erstmals eine vollständige Verifikation einer vorhergehenden Kalibrierung eines Mehrtor-Netzwerkanalysators möglich, da
- 15 nicht nur Fehler der verwendeten Kalibrierstandards aufgezeigt werden, sondern auch Fehler der Stecker und Verkabelungsfehler, also sämtliche Parameter bis zur eigentlichen Referenzebene des Netzwerkanalysators.
- 20 Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere für Drei- oder Mehrtor-Netzwerkanalysatoren geeignet. Eine besonders einfache, kompakte Kalibriereinheit ergibt sich für einen Viertor-Netzwerkanalysator, bei der die Kalibriertore jeweils paarweise seitlich am Gehäuse abstehen und die für
- 25 die Verifikation die Kalibriereinheit einfach umgedreht wird und dann von den gleichen Seiten aus wieder die Verbindungskabel zum Netzwerkanalysator angeschlossen werden. Es müssen nur auf einer Seite diese Anschlüsse vertauscht werden (Ausführungsbeispiel nach Figuren 6 und
- 30 7). Eine solche Kalibriereinheit könnte auch sinnvoll zum Verifizieren eines Zweitor-Netzwerkanalysators benutzt werden, indem zwei gegenüberliegende Anschlüsse für die Kalibrierung und die beiden anderen gegenüberliegenden Anschlüsse dann für die Verifikation benutzt werden. Auch
- 35 für Netzwerkanalysatoren mit mehr als vier Meßtoren, beispielsweise einem Achttor-Netzwerkanalysator, ist das erfindungsgemäße Verfahren geeignet, die hierzu benutzte Kalibriereinheit besitzt dann beispielsweise eine hierfür

geeignete andere Geometrie, das Gehäuse ist beispielsweise fünf-, sechs- oder achteckig.

Die Erfindung wird im folgenden anhand schematischer
5 Zeichnungen an Ausführungsbeispielen für einen Viertor-
Netzwerkanalysator näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 einen vektoriellen Netzwerkanalysator und eine
Kalibriereinheit und

10

Fig. 2-7 die Kalibriereinheit in unterschiedlichen
Konfigurationen für Kalibrierung und
Verifikation.

15 Fig. 1 zeigt schematisch einen vektoriellen
Netzwerkanalysator VNA mit vier Meßstoren 1, 2, 3 und 4,
die zur Kalibrierung über Kabel mit den Anschlüssen A, B,
C und D einer Kalibriereinheit KE verbunden werden. Diese
z. B. als Stecker ausgebildeten Anschlüsse A bis D, die
20 außenseitig abstehend an einem Gehäuse E angebracht sind,
sind im Inneren des Gehäuses mit nicht näher dargestellten
Kalibrierstandards verbunden. Jeder Anschluß A bis D ist
über elektronische Schalter entweder mit einem Lehrlauf,
einem Kurzschluß, einer Anpassung oder einer zu den
25 übrigen Anschlüssen führenden Durchverbindung verbindbar.

Die Steuerung dieser elektronischen Schalter erfolgt über
eine nicht dargestellte Steuerverbindung nach einem
vorgegebenen Kalibrierprogramm über den Netzwerkanalysator
30 VNA. Durch das gesteuerte nacheinander Anschalten dieser
Kalibrierstandards an die vier Kalibrieranschlüsse A bis D
wird der Netzwerkanalysator VNA kalibriert und aus den
Kalibrierdaten werden dann die für die späteren
Objektmessung erforderlichen Fehlerkorrekturdaten
35 ermittelt und im Netzwerkanalysator abgespeichert.

Zur anschließenden Verifikation der Kalibrierung des
Netzwerkanalysators werden als Verifikations-Standards die
gleichen Standards benutzt, die vorher zur Kalibrierung

verwenden werden. Dies ist möglich, sofern diese so vertauscht werden, daß bei der Verifikation an jedem Meßtor des Netzwerkanalysators jeweils ein anderer Kalibrierstandards als bei der vorausgehenden Kalibrierung
5 angeschaltet ist und zwar zum Beispiel jeweils sowohl ein anderer Lehrlauf, ein anderer Kurzschluß, eine andere Anpassung und eine andere der insgesamt sechs möglichen Durchverbindungen. Dies wird gemäß der Erfindung einfach durch Vertauschen der Kalibriertore A bis D erreicht.
10 Hierfür gibt es je nach Anzahl N der Meßtore des Netzwerkanalysators bzw. der Anschlüsse der Kalibriereinheit KE insgesamt $\frac{1}{2} \cdot N \cdot (N-1)$ Permutationen. Für einen Viertor-Netzwerkanalysator und eine Kalibriereinheit K E mit vier Kalibrieranschlüssen A bis D gibt es also
15 insgesamt sechs Permutationen, wobei Fig. 1 eine erste Permutationen erzeugt durch Verdrehen der Kalibriereinheit KE im Uhrzeigersinn. Die Figuren 2 bis 5 zeigen vier weitere Permutationen, wobei ein Umdrehen der Kalibriereinheiten um Spiegelungsachsen S zugelassen wird.
20
Gemäß Fig. 1 werden zur Verifikation V die vier Anschlüsse der Kalibriertore A bis D gelöst und dann die Kalibriereinheit aus der Kalibrierstellung K im Uhrzeigersinn in die Verifikations-Stellung V verdreht.
25 Dann werden die Anschlüsse 1 bis 4 des Netzwerkanalysators VNA wieder in der alten Verteilung an die Anschlüsse A bis D angeschlossen. Die Lage der Verbindungskabel zwischen dem Netzwerkanalysator und der Kalibriereinheit bleibt sowohl in der Kalibrierstellung K als auch in der
30 Verifikationsstellung V gleich, so daß keine Fehler durch unterschiedliche Biegeradien an den Kabeln und andere wirksame elektrischen Längen entstehen. Das gleiche könnte auch durch Verdrehen der Kalibriereinheit im
Gegenuhrzeigersinn oder Verdrehen nach links oder rechts
35 um mehr als ein Kalibriertor (z.B. um drei Tore) erreicht werden (2. Permutation).

Die in den Figuren 2 bis 5 dargestellten vier anderen Möglichkeiten, durch Verdrehen der Kalibriereinheit KE

jeweils unterschiedliche Kalibrierstandards für die Verifikation an die Meßstore des Netzwerkanalysators anzuschließen, entstehen durch Spiegelung der Kalibrieranschlüsse A bis D und Verdrehen um die Spiegelachse S (angedeutet durch die Verdrehpfeile S') sowie anschließendes Vertauschen der Anschlüsse eines der Anschlußpaare. In Fig. 2 wird die Kalibriereinheit aus der Stellung K in die Stellung V umgedreht und die Anschlüsse D und C werden vertauscht. Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 werden nach dem Umdrehen nur die Anschlüsse A und B vertauscht. In den Figuren 4 und 5 werden nach dem Verdrehen einmal die Anschlüsse D und B und das andere mal die Anschlüsse A und C vertauscht, wie dies jeweils durch die Doppelpfeile angedeutet ist. Die Kabelanschlüsse mit dem Netzwerkanalysator angedeutet durch die Bezugsziffern 1 bis 4 bleiben dabei weitgehend unverändert.

Eine besonders geeignete Anordnung zeigt Fig. 5, Details hiervon sind in den Figuren 6 und 7 dargestellt. Die Kalibriereinheit besteht in diesem Ausführungsbeispiel nach den Figuren 6 und 7 aus einem rechteckigen Gehäuse E, wobei in der Stellung nach Fig. 6 die beiden Anschlüsse A und C auf der linken Seite und die beiden Anschlüsse B und D auf der rechten Seite seitlich abstehen. Auf der Oberseite in der Stellung nach Fig. 6 trägt das Gehäuse E die Beschriftung "Kalibration" und die Anschlüsse A bis D sind auf der Oberseite mit 1, 2, 3 und 4 in der dargestellten Kabel-Zuordnung, wie sie auch in Fig. 5 benutzt ist, beschriftet.

Zur Verifikation wird die Kalibriereinheit KE aus der Stellung nach Fig. 6 in die Stellung nach Fig. 7 umgedreht, so daß die Rückseite oben zu liegen kommt. Auf der ursprünglichen Rückseite ist die Kalibriereinheit mit "Verifikation" und wiederum mit den Bezugsziffern 1 bis 4 für den Anschluß der zugeordneten Verbindungskabel beschriftet, wobei in dieser umgedrehten Stellung nunmehr die Anschlüsse A und C auf der rechten Seite und die

Anschlüsse B und D auf der linken Seite des Gehäuses E abstehen.

Durch die Beschriftung auf der Vorder- und Rückseite der
5 Kalibriereinheit KE kann der Benutzer fehlerfrei von
Kalibrierung auf Verifikation umbauen. Es ist lediglich
erforderlich, sämtliche Anschlüsse A bis D zu lösen, die
Kalibriereinheit umzudrehen und dann die Kabel wieder neu
in der beschrifteten Reihenfolge anzuschließen, wobei im
10 Beispiel an der linken Seite die Anschlüsse gleich bleiben
und auf der rechten Seite die Anschlüsse vertauscht
werden. Das Vertauschen der Anschlüsse kann auch auf der
linken Seite erfolgen, wobei dann rechts die Anschlüsse
unvertauscht bleiben. Auch hierbei bleiben die
15 Verbindungskabel zwischen Netzwerkanalysator und
Kalibriereinheit im wesentlichen gleich, so daß keine
Meßfehler auch bei höheren Frequenzen in Folge Änderung
der Biegeradien der Kabel und deren wirksamen Länge zu
befürchten sind.

20

Zur Verifikation müssen nicht sämtliche Kalibrierstandards
angeschaltet werden, je nach späterer Meßaufgabe des VNA
genügt es oftmals, nur einige der OSMT-Standards
anzuschalten, beispielsweise nur Reflexions-Standards ohne
25 Druckverbindungen. Der letztgenannte Sonderfall würde für
die Wahl der Permutation zusätzliche Freiheitsgrade
bringen. Das Vertauschen der Anschlüsse A und C in Fig. 5
könnte beispielsweise entfallen, da keine Rücksicht auf
die Through-Verbindungen genommen werden muss.

30

Ansprüche

5 1. Verfahren zur Verifikation der Kalibrierung eines
Mehrport-Netzwerkanalysators (VNA) durch Messen der
Transmissions- und/oder Reflexions-Koeffizienten mehrerer
an die Meßstore (1-4) des Netzwerkanalysators
angeschalteter Verifikations-Standards (V), wobei zur
10 Kalibrierung eine Kalibriereinheit (KE) benutzt wird, die
eine der Anzahl der Meßstore des Netzwerkanalysators (VNA)
entsprechende Anzahl von Kalibriertoren (A, B, C, D)
aufweist, an denen jeweils unterschiedliche
Kalibrierstandards, insbesondere Lehrlauf-, Kurzschluß-,
15 Anpassungs- bzw. Durchverbindungs-Standards angeschlossen
werden,

dadurch gekennzeichnet,

daß als Verifikations-Standards (V) die vorher zur
Kalibrierung benutzten Kalibrierstandards (K) der
20 Kalibriereinheit (KE) verwendet werden und bei der
Verifikation die Verbindungen der Kalibriertore der
Kalibriereinheit (KE) mit den Meßstoren des
Netzwerkanalysators (VNA) derart vertauscht werden, daß an
jedem Meßstor des Netzwerkanalysators (VNA) jeweils ein
25 anderer Kalibrierstandard der Kalibriereinheit (KE) als
bei der vorausgehenden Kalibrierung angeschaltet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1 für einen Viertor-
Netzwerkanalysator (VNA), bei dem zum Kalibrieren eine
30 Kalibriereinheit (KE) mit vier seitlich von einem die
Kalibrierstandards aufnehmenden Gehäuse (E) abstehenden
Kalibriertoren benutzt wird,

dadurch gekennzeichnet,

daß zum Vertauschen der Verbindungen der Kalibriertore mit
den Meßstoren bei der Verifikation das Gehäuse (E) mit den
35 davon abstehenden Kalibriertoren nur verdreht wird.

3. Kalibriereinheit insbesondere zum Ausführen eines
Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, mit einem Gehäuse (E),

- an dem eine der Anzahl der Meßstore (1-4) des Netzwerkanalysators (VNA) entsprechende Anzahl von Kalibriertor-Anschlüssen (A, B, C, D) seitlich abstehen, an denen im Inneren des Gehäuses (E) angeordnete
- 5 Kalibrierstandards über Schaltelemente nach einem vorgegebenen Steuerprogramm an- und abschaltbar sind, **dadurch gekennzeichnet,**
- daß auf der Außenseite des Gehäuses (E) in Zuordnung zu den davon seitlich abstehenden Kalibriertor-Anschlüssen
- 10 Beschriftungen für den Anschluß der Verbindungskabel des Netzwerkanalysators (VNA) mit den Kalibriertor-Anschlüssen wahlweise für Kalibrierung (K) oder Verifikation (V) angebracht sind.
- 15 4. Kalibriereinheit nach Anspruch 3 für einen Viertor-Netzwerkanalysator, **dadurch gekennzeichnet,**
- daß am Gehäuse (E) auf entgegengesetzten Seiten seitlich jeweils zwei Kalibriertor-Anschlüsse (A, C bzw. B, D)
- 20 abstehen und zur Kalibrierung das Gehäuse (E) mit seiner Oberseite nach oben abgestellt wird und die auf der linken Seite abstehenden beiden Anschlüsse (A, C) mit einem ersten Kabelpaar (1, 3) des Netzwerkanalysators (VNA) und die auf der rechten Seite abstehenden beiden Anschlüsse
- 25 (B, D) mit einem zweiten Kabelpaar (2, 4) des Netzwerkanalysators (VNA) verbunden sind (Fig. 6) während zur Verifikation das Gehäuse (E) umgedreht und mit seiner Oberseite nach unten abgestellt wird und die dann auf der linken Seite abstehenden beiden Anschlüsse (B, D) mit dem
- 30 ersten Kabelpaar (1, 3) des Netzwerkanalysators (VNA) und die dann auf der rechten Seite abstehenden beiden Anschlüsse (A, C) mit dem zweiten Kabelpaar (2, 4) des Netzwerkanalysators (VNA) verbunden sind und dabei das erste (1, 3) oder zweite (2, 4) Kabelpaar vertauscht wird
- 35 (Fig. 7).

1/2

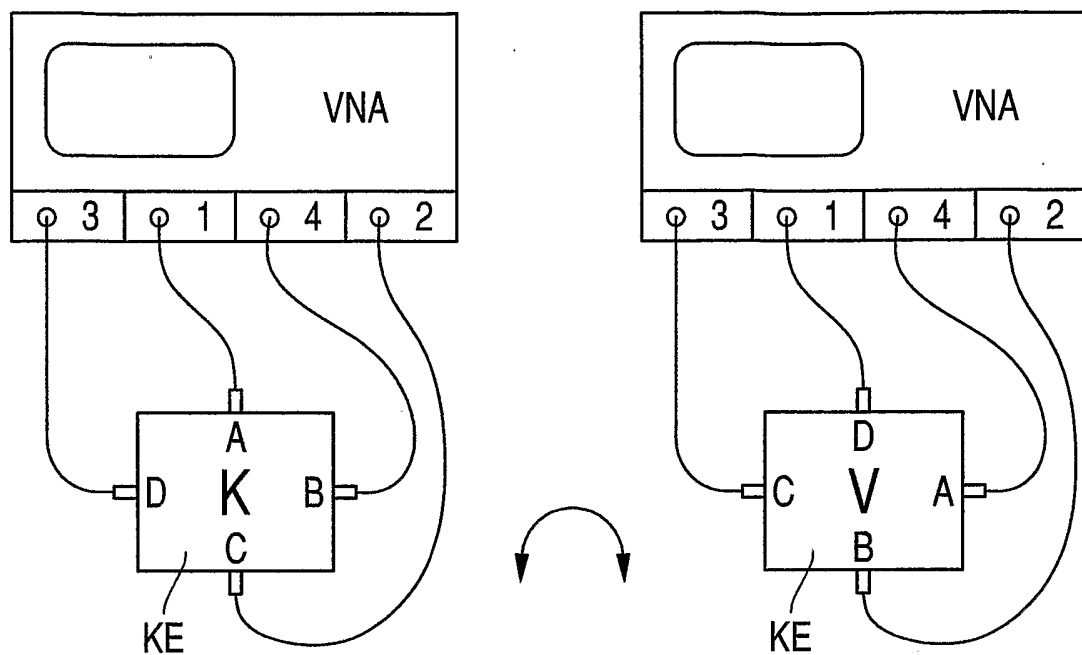


Fig. 1

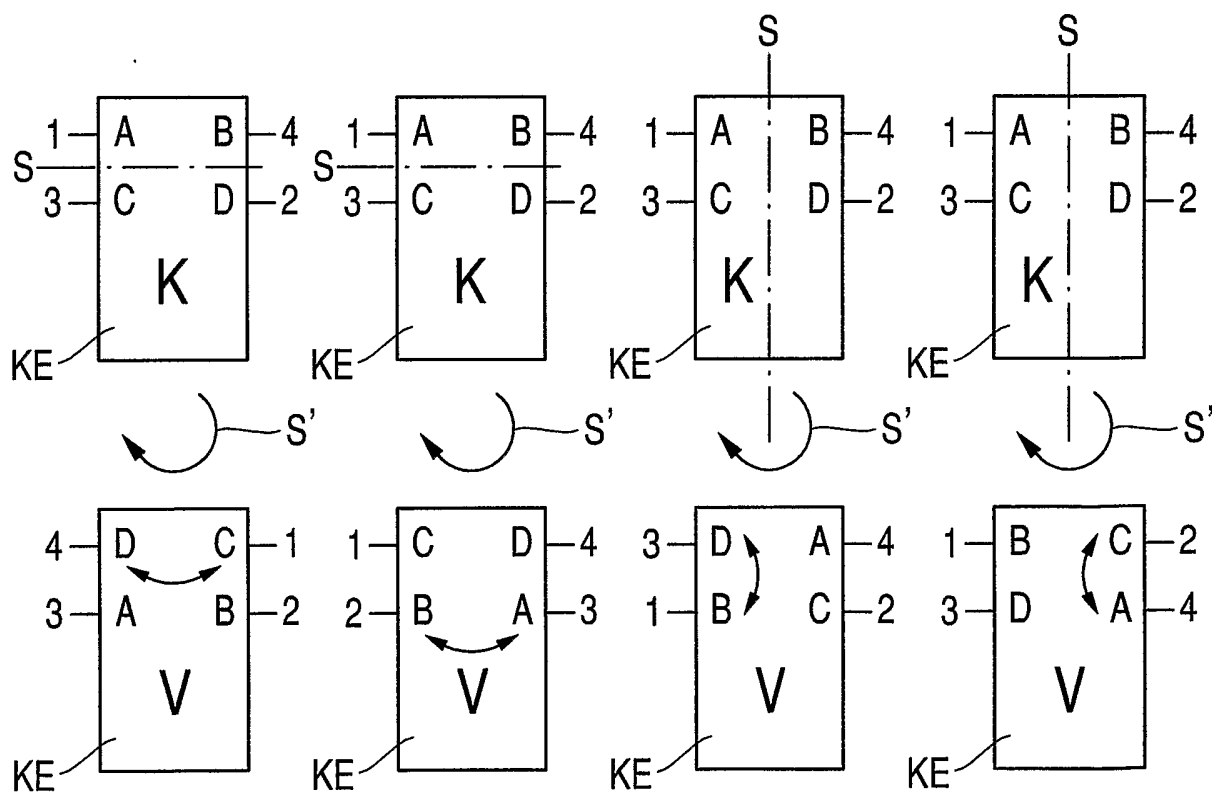


Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

2/2

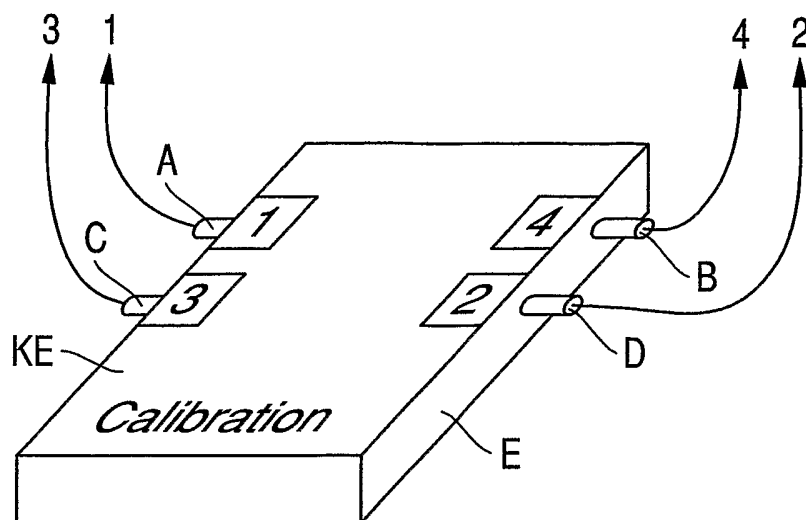


Fig. 6

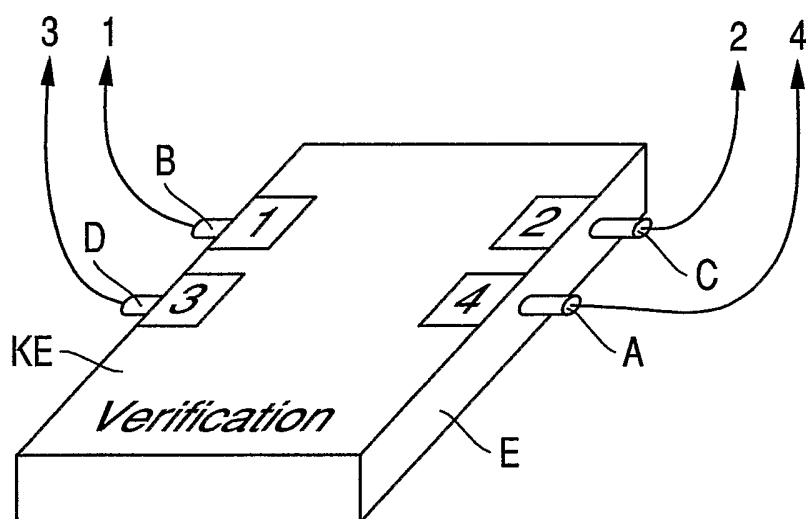


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/010144

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01R35/00 G01R27/28

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)
G01R

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 practical, 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.
X	ANONYMUS: "Agilent Measurement Solutions for Balanced Components" 'Online! 13 May 2002 (2002-05-13), pages 1-12, XP002359636 Retrieved from the Internet: URL: http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5988-2186EN.pdf 'retrieved on 2005-12-12!	3,4
Y	pages 4,11 ----- -/--	1,2

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in 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 document 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

16 December 2005

Date of mailing of the international search report

05/01/2006

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ernst, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/010144

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	ANONYMUS: "Agilent Technologies: User's and Service Guide, 87050E and 87075C Multiport Test Sets For 871x Network Analyzers" 'Online! 17 March 2004 (2004-03-17), page 1, 4-70 BIS 4-77, XP002359637 Retrieved from the Internet: URL: http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/87050-90026.pdf 'retrieved on 2005-12-12! the whole document	1,2
A	US 5 578 932 A (ADAMIAN ET AL) 26 November 1996 (1996-11-26) cited in the application abstract; figure 20 column 1, line 26 - column 5, line 40 column 11, line 45 - column 13, line 67	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2005/010144

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5578932	A	26-11-1996	EP 0626588 A1	30-11-1994
			JP 7198767 A	01-08-1995
			US 5548221 A	20-08-1996
			US 5552714 A	03-09-1996
			US 5537046 A	16-07-1996

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/010144

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
G01R35/00 G01R27/28

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01R

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.
X	ANONYMUS: "Agilent Measurement Solutions for Balanced Components" 'Online! 13. Mai 2002 (2002-05-13), Seiten 1-12, XP002359636 Gefunden im Internet: URL: http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5988-2186EN.pdf 'gefunden am 2005-12-12!	3,4
Y	Seiten 4,11 ----- -/--	1,2

☒ 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 älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Dezember 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/01/2006

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ernst, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	ANONYMUS: "Agilent Technologies: User's and Service Guide, 87050E and 87075C Multiport Test Sets For 871x Network Analyzers" 'Online! 17. März 2004 (2004-03-17), Seite 1, 4-70 BIS 4-77, XP002359637 Gefunden im Internet: URL: http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/87050-90026.pdf 'gefunden am 2005-12-12! das ganze Dokument -----	1,2
A	US 5 578 932 A (ADAMIAN ET AL) 26. November 1996 (1996-11-26) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 20 Spalte 1, Zeile 26 - Spalte 5, Zeile 40 Spalte 11, Zeile 45 - Spalte 13, Zeile 67 -----	1-4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/010144

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5578932	A	26-11-1996	EP	0626588 A1	30-11-1994
			JP	7198767 A	01-08-1995
			US	5548221 A	20-08-1996
			US	5552714 A	03-09-1996
			US	5537046 A	16-07-1996