

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 327 994 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
16.07.2003 Patentblatt 2003/29

(51) Int Cl. 7: H01B 3/44, H01B 3/30

(21) Anmeldenummer: 02080291.4

(22) Anmeldetag: 13.12.2002

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO

(30) Priorität: 20.12.2001 DE 10162739

(71) Anmelder: Nexans  
75008 Paris (FR)

(72) Erfinder:

- Grögl, Ferdinand  
90403 Nürnberg (DE)
- Mann, Thomas  
91367 Weissenhohe (DE)

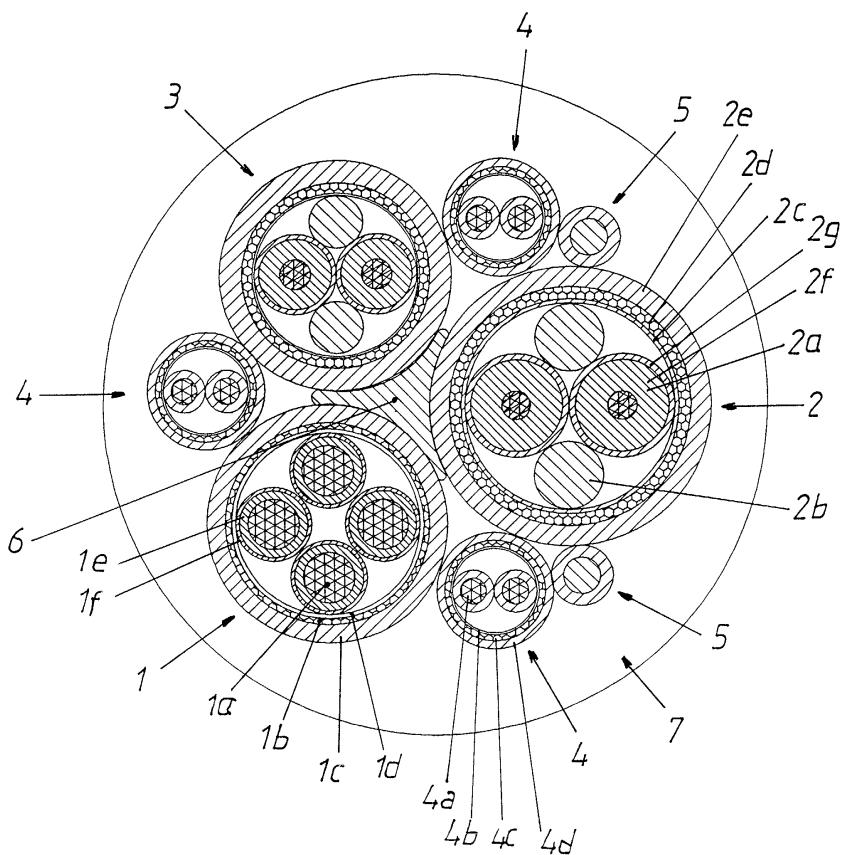
(74) Vertreter: Döring, Roger, Dipl.-Ing.

Patentanwalt,  
Weidenkamp 2  
30855 Langenhagen (DE)

### (54) Flexible elektrische Leitung

(57) Es wird eine flexible elektrische Leitung beschrieben, insbesondere ein Roboterkabel mit einer Seele sowie einem die Seele umgebenden Mantel aus Kunststoff. Die Seele enthält zumindest eine Energielei-

tung bzw. Stromleitung (1), mindestens eine Leitung (2,3) zur Übertragung von Hochfrequenzsignalen, mindestens eine Leitung zur Übertragung von Niederfrequenzsignalen bzw. eine Steuerleitung (4).



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine flexible elektrische Leitung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Für die Steuerung moderner Roboter- und Handlingsysteme werden Leitungen mit einem hohen Maß an Flexibilität und Biegewechselfestigkeit benötigt. Derartige Leitungen sind während des Betriebes in ständiger Bewegung. Sie müssen im Dauerbetrieb Torsionen von  $\pm 440^\circ$  aushalten.

**[0003]** Aus der Zeitschrift "Elektrotechnik", Oktober 2000, 82. Jahrgang ist ein hochflexibles Kabel für den Einsatz bei modernen Robotern bekannt, bei dem mehrere Einzelkabel in einer Hybridleitung untergebracht sind. So sind beispielsweise sechs Einzelkabel in einem Hybrirdrundkabel untergebracht und zwar drei dickere für die stärkeren Motoren und drei dünneren Kabel für die schwächeren Motoren. Die einzelnen Kabel sind um einen leitenden Kern herum bündelversieilt. Um die Reibung der einzelnen Aufbauelemente so gering wie möglich zu halten, weisen diese reibungsarme Isolationsoberflächen sowie aufwendige Bandierungen auf. Als Isolierwerkstoffe werden solche auf Basis Polyurethan bevorzugt, die sich durch eine hohe Abriebfestigkeit und Beständigkeit gegen Hydraulikflüssigkeit und Mineralöl auszeichnen. Als Material für den Mantel werden thermoplastische Elastomere eingesetzt, so daß der Mantel kerbfest und scheuerfest ist. In dem Kabel können auch Steuerleitungen untergebracht werden.

**[0004]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine flexible elektrische Leitung, insbesondere für den Einsatz in Roboteranlagen, bereitzustellen, welche die Möglichkeit bietet, Energie, Steuersignale sowie Daten zu übertragen.

**[0005]** Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 erfaßten Merkmale gelöst.

**[0006]** Durch die kombinierte Rundleitung, welche neben den bisher bekannten Stromzuführungsleitungen und den Steuerleitungen nunmehr auch Datenleitungen enthält, kann auf ein oder mehrere zusätzliche Datenkabel verzichtet werden, was wegen der beengten Verhältnisse in Roboteranlagen von besonderem Vorteil ist.

**[0007]** Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Leitungen der Seele mit gleicher Schlagrichtung und abgestimmter Schlaglänge miteinander versieilt, so daß die Verseilwinkel aller Leitungen der Seele annähernd gleich sind und somit die Leitungen eine gleiche Länge aufweisen.

**[0008]** Darüberhinaus ist es von Vorteil, daß der Mantel ein zwickelfüllender extrudierter Mantel aus einem abriebfesten ölbeständigen flammwidrigen Kunststoff ist. Besonders bevorzugt sind hier thermoplastisches Polyurethan, thermoplastisches Elastomer (unter dem Handelsnamen Santoprene bekannt), halogenfreies Polymercompound oder Polyvinylchlorid. Durch die Ausfüllung der Zwickel wird erreicht, daß die einzelnen Leitungen im Verseilverband d. h. in der Kabelseele in

ihre Lage zueinander fixiert sind. Hierdurch wird die sogenannte Korkenzieherbildung vermieden.

**[0009]** Alternativ kann über der Seele eine Bewicklung aus einem Kunststoffvlies vorgesehen sein, welches mit dem aus thermoplastischem Polyurethan, TPE, halogenfreiem Polymercompound oder Polyvinylchlorid bestehenden Mantel verklebt ist. Das Kunststoffvlies ermöglicht ein Gleiten des Mantels gegenüber der Seele und verbessert somit die Flexibilität.

**[0010]** Jede Leitung der Seele weist eine eigene Abschirmung auf. Hierdurch soll eine gegenseitige elektromagnetische Beeinflussung der einzelnen Leitungen im Verseilverband vermieden werden.

**[0011]** Jede geschirmte Leitung weist eine extrudierte Außenschicht aus einem thermoplastischen gleitfähig modifizierten Polyurethan oder Polypropylen auf. Diese Maßnahme verbessert die Flexibilität des Kabels, da die einzelnen Leitungen praktisch ungehindert gegeneinander gleiten können.

**[0012]** Als Leitungen zur Übertragung von mittleren und hohen Datenraten (100kBaud bis 1Mbaud) werden die in der Prozeßautomation bekannten symmetrischen BUS-Leitungen wie "Profi-Bus" (für hohe Datenraten) mit 150 Ohm-Wellenwiderstand (bei 1 bis 10 MHz) sowie CAN-Bus (für mittlere Datenraten) mit 120 Ohm Wellenwiderstand (bei 0,5 bis 1MHz) eingesetzt.

**[0013]** Im Gegensatz zu den bekannten Aufbauausführungen für Bus-Leitungen wird ein mindestens 2-schichtig ausgeführtes Isoliermaterial (Foam-Skin oder Skin-Foam-Skin) mit modifiz. PP-Foam-Material eingesetzt, welches physikalisch oder chemisch geschäumt werden kann. Die äußere harte Isolierschicht garantiert hierbei die Gleitfähigkeit der Ader.

**[0014]** Als weiterer Vorteil gegenüber bekannten Konstruktionen ist der besondere 2-schichtige Schirmaufbau für den Profi-Bus und den CAN-Bus zu nennen. Dieser besteht aus einer ersten Lage aus überdeckend gewickelten Kupferbändern, die auf eine die Kabelseele umhüllende Gleitfolie aufgewickelt sind, sowie einer zweiten Lage aus einer Kupferdrahtumwicklung.

**[0015]** Durch die überdeckende Bewicklung wird eine sichere Abschirmwirkung auch bei Torsionsbeanspruchung der Leitung erreicht. Die Umseilung aus Cu-Drähten oder verzinnten Cu-Drähten fixiert die Cu-Bebänderung, ohne die Tordierbarkeit zu beeinträchtigen und trägt zu einer entscheidenden Verbesserung der Schirmeigenschaften (Kopplungswiderstand bzw. Schirmdämpfung) bei.

**[0016]** An Stelle der genannten Bus-Leitungen können auch mehrpaarige symmetrische 100 Mbit-Ethernetleitungen mit 100 Ohm Wellenwiderstand (bei 1 bis 100 MHz) für extrem hohe Datenraten eingesetzt werden.

**[0017]** Die Seele enthält ferner drei Niederfrequenzleitungen, die jeweils ein Aderpaar enthalten. Auch diese Niederfrequenzleitungen weisen eine Abschirmung auf, welche aus einer Kupferdrahtumwicklung besteht, die auf eine Trenn- bzw. Gleitfolie z. B. aus Polytetra-

luorethylen aufgewickelt ist.

[0018] Der Profi-Bus und der Can-Bus bestehen jeder aus zwei schaumisolierten Leitern, zwei in den Zwickeln angeordneten Beiläufen, um über einen runden Aufbau definierte elektrische Eigenschaften sowie eine Komprimierbarkeit der Bus-Leitungen zu gewährleisten.

[0019] Sowohl der Profi-Bus als auch der Can-Bus können jedoch auch einen zwickelfüllenden Innenmantel aufweisen, der aus einem Kunststoff mit niedriger Dielektrizitätskonstante besteht, vorzugsweise aus einem Schaumstoff wie z. B. modifiziertes Zell-PE. Die Beiläufe entfallen natürlich bei dieser Lösung.

[0020] Im Zentrum der Seele befindet sich zweckmäßigerverweise ein Kernelement, welches aus einem kompressiblen Material besteht. Auch dieses Merkmale verbessert die Flexibilität und Tordierbarkeit des Kabels.

[0021] Die Erfindung ist anhand des in der Figur schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0022] In der Figur ist ein Schnitt durch ein Roboterkabel dargestellt, dessen Seele aus einer Energieübertragungsleitung 1, einer Profi-Bus-Leitung 2, einer Can-Bus-Leitung 3 sowie drei Niederfrequenzleitungen 4 besteht. Zusätzlich befinden sich noch zwei Erdleiter 5 sowie ein Kernelement 6 aus kompressiblem Werkstoff in der Seele. Die Seele ist umgeben von einem Kunststoffmantel 7, der zwickelfüllend auf die Seele extrudiert ist, oder auf eine die Seele umhüllende nicht dargestellte Vliesumwicklung aufextrudiert und mit der Vliesumwicklung verklebt ist.

[0023] Das Roboterkabel vereinigt eine Powerleitung 1, zwei Datenleitungen 2 und 3 sowie drei Steuerleitungen 4 in sich.

[0024] Das Kernelement 6 kann beispielsweise ein mit einem aufgeschäumten Material umspritzter nicht dargestellter Strang sein.

[0025] Die Leitungen 1, 2 und 3 sind um das Kernelement 6 herumgesellt und zwar in der Weise, daß alle Leitungen die gleiche Schlagrichtung aufweisen und die Schlaglänge derart abgestimmt ist, daß alle Leitungen 1, 2 und 3 die gleiche Länge aufweisen.

[0026] Die Niederfrequenzleitungen 4 befinden sich in den jeweiligen Zwickeln der Leitungen 1, 2 und 3.

[0027] Der Außenmantel 7 besteht zweckmäßigerweise aus thermoplastischem Polyurethan, welches flammwidrig gemacht und halogenfrei ist.

[0028] Die Stromleitung 1 besteht z. B. aus vier Adern 1a, die von einem Schirm 1b aus einer Drahtumseilung umgeben sind, der wiederum von einer Kunststoffschicht 1c umhüllt ist. Die Kunststoffschicht 1c, besteht aus einem gleitfähigen extrudierbaren Kunststoff, vorzugsweise aus modifiziertem Polypropylen. Zwischen den Adern 1a und dem Schirm 1b ist noch eine Gleitfolie 1d z. B. eine PTFE-Folie vorgesehen. Die Isolierung der Adern 1a besteht aus einer inneren, weichen Schicht 1e aus Polypropylenschaum sowie einer äußeren harten Schicht 1f aus Polypropylen.

[0029] Jede der Niederfrequenzleitungen 4 besteht

aus zwei miteinander verseilten Adern 4a. Das Adernpaar ist von einer Gleitfolie 4b, einer Abschirmung 4c und einer Außenschicht 4d aus einem extrudierbaren, gleitfähigen Kunststoff z. B.

5 [0030] Polypropylen umgeben. Die Abschirmung 4c besteht aus einer Umwicklung aus Kupferdrähten.

[0031] Die Datenübertragungsleitung 2 besteht aus zwei isolierten Adern 2a sowie zwei Füllern 2b. Die Adern 2a und die zwei Füller 2b sind von einer Gleitfolie 10 2c und einer Abschirmung 2d umgeben, welche aus überdeckend gewickelten Kupferbändern, sowie einer Umseilung aus Kupferdrähten, die verzinkt sein können, besteht. Unter überdeckend wird eine Bewicklung aus einem ersten mit Abstand der Bandkanten zu einer gewickelten Band sowie einem zweiten den Abstand der Bandkanten überdeckenden Band verstanden. Die Außenschicht 2e ist wie die Außenschicht 1c der Leitung 1 bzw. der Außenschicht 4d der Leitungen 4 aufgebaut. Die Hochfrequenzleitung 2 weist eine Impedanz

15 von 150 Ω auf. Wesentlich ist ferner, daß die Isolierung der Adern 2a zweiseitig aufgebaut ist, u. z. aus einer inneren Schicht 2f aus Polypropylenschaum und einer äußeren Schicht 2g aus Polypropylen besteht.

[0032] Die Datenübertragungsleitung 3 (Can-Bus) ist 20 in gleicher Weise aufgebaut jedoch sind die Abmessungen der Elemente kleiner, so daß diese Leitung 3 eine Impedanz von 120 Ω aufweist.

### 30 Patentansprüche

1. Flexible elektrische Leitung insbesondere Roboterkabel mit einer Seele sowie einem die Seele umgebenden Mantel aus Kunststoff, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Seele zumindest eine Energieleitung bzw. Stromleitung (1), mindestens eine Leitung (2) zur Übertragung von Hochfrequenzsignalen, sowie mindestens eine Leitung zur Übertragung von Niederfrequenzsignalen bzw. eine Steuerleitung (4) enthält.
2. Flexible elektrische Leitung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Leitungen (1,2,3,4) der Seele mit gleicher Schlagrichtung und zueinander abgestimmter Schlaglänge miteinander verseilt sind, der gestaltet, daß die Verseilwinkel aller Leitungen (1,2,3,4) der Seele annähernd gleich sind und die Leitungen (1,2,3,4) eine gleiche Länge aufweisen.
3. Flexible elektrische Leitung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Mantel (7) ein zwickelfüllender extrudierter Mantel aus einem abriebfesten ölbeständigen flammwidrigen Kunststoff z. B. thermoplastischem Polyurethan oder Polyvinylchlorid ist.
4. Flexible elektrische Leitung nach Anspruch 1 oder

- 2, dadurch gekennzeichnet, daß über der Seele eine Bewicklung aus Kunststoffvlies angeordnet ist, das mit einem extrudierten Mantel (7) aus thermoplastischem Polyurethan oder Polyvinylchlorid verklebt ist.
5. Flexible elektrische Leitung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß jede Leitung (1,2,3,4) der Seele eine eigene Abschirmung (1 b,2d,4c) aufweist.
6. Flexible elektrische Leitung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß jede geschirmte Leitung (1,2,3,4) der Seele eine extrudierte Außenschicht (1 c,2e,4d) aus thermoplastischem gleitfähig modifiziertem Polyurethan oder Polypropylen aufweist.
7. Flexible elektrische Leitung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Seele einen Profi-Bus (2), einen Can-Bus (3), eine vieradrige Leitung (1) zur Energieübertragung sowie drei Niederfrequenzleitungen (4) mit je einem Adernpaar enthält.
8. Flexible elektrische Leitung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Profi-Bus (2) und der Can-Bus (3) eine Abschirmung (2d) aus überdeckend gewickelten Bändern aus Kupfer oder aus überdeckend gewickelten Kupfer/Kunststoff-Kupfer-Sandwichfolien sowie einer darüber angeordneten Umseilung aus Kupferdrähten oder verzинnten Kupferdrähten aufweisen.
9. Flexible elektrische Leitung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Profi-Bus (2) und der Can-Bus (3) aus zwei schaumisolierten Leitern (2a) sowie zumindest zwei Beiläufen (2b) bestehen und das aus den schaumisolierten Leitern (2a) und den Beiläufen (2b) bestehende Gebilde eine Bewicklung (2c) aus Kunststoffvlies aufweist.
10. Flexible elektrische Leitung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Profi-Bus (2) und der Can-Bus (3) aus zwei schaumisolierten Leitern (2a) bestehen, die von einem zwickelfüllenden Innenmantel aus einem Kunststoff mit niedriger Dielektrizitätskonstanten oder aus geschäumtem Kunststoff umgeben sind.
11. Flexible elektrische Leitung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Niederfrequenzleitungen (4) in den Verseilzwicken zwischen dem Profi-Bus (2), dem Can-Bus (3) und der vieradrigen Leitung (1) zur Stromübertragung angeordnet sind.
12. Flexible elektrische Leitung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß im Zentrum der Seele ein kompressibles Kernelement (6) angeordnet ist.
- 5 13. Flexible elektrische Leitung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Energieleitung (1) sowie den Leitungen für die Übertragung von Hochfrequenzsignalen (2,3) die Isolierschicht der Leiter zweischichtig ausgestaltet ist und zwar eine weiche innere Schicht sowie eine harte äußere Schicht aufweist.
- 10 14. Flexible elektrische Leitung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die weiche innere Schicht aus geschäumtem Polypropylen und die harte äußere Schicht aus ungeschäumtem Polypropylen besteht.
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

