



(10) **DE 10 2012 007 810 A1** 2012.11.22

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 007 810.2**

(22) Anmeldetag: **18.04.2012**

(43) Offenlegungstag: **22.11.2012**

(51) Int Cl.: **C07F 19/00 (2012.01)**

C07F 15/00 (2012.01)

H01L 51/54 (2012.01)

C09K 11/06 (2012.01)

(30) Unionspriorität:

EP 11004024.3 16.05.2011 EP

(72) Erfinder:

Stoessel, Philipp, 60487, Frankfurt, DE; Joosten, Dominik, 60487, Frankfurt, DE; Breuning, Esther, Dr., 64372, Ober-Ramstadt, DE; Wesemann, Lars, 72072, Tübingen, DE; Schubert, Hartmut, 72411, Bodelshausen, DE

(71) Anmelder:

Merck Patent GmbH, 64293, Darmstadt, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Organische Elektrolumineszenzvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine elektronische Vorrichtung, insbesondere eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, umfassend mindestens eine Übergangsmetallverbindung, die mindestens eine Übergangsmetall-Zinn-Bindung aufweist.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektronische Vorrichtung, insbesondere eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, welche mindestens eine Übergangsmetallverbindung umfasst, die mindestens eine Übergangsmetall-Zinn-Bindung aufweist und die Verwendung einer solchen Übergangsmetallverbindung in einer elektronischen Vorrichtung.

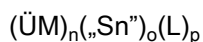
[0002] In der Literatur ist eine Vielzahl von Übergangsmetallverbindungen mit mindestens einer Übergangsmetall-Zinn-Bindung bekannt, z. B. $[\text{Pt}_3\text{Sn}_8\text{Cl}_{20}]^{4-}$ oder $[(\text{COD})_3\text{Pt}_3\text{Sn}_2\text{Cl}_6]$ (Inorg. Chem. 1966, 5, 109–110) oder Pd- und Pt-Komplexe, die eine SnCl_3 -Gruppe enthalten (J. Chem. Soc. A 1971, 3765–3769). Generell ist aus der Literatur wenig zu den Lumineszenzeigenschaften dieser Verbindungen zu erfahren.

[0003] Der Aufbau organischer Elektrolumineszenzvorrichtungen (OLEDs), in denen organische Halbleiter als funktionelle Materialien eingesetzt werden, ist beispielsweise in US 4539507, US 5151629, EP 0676461 und WO 98/27136 beschrieben. Allerdings sind noch weitere Verbesserungen wünschenswert. Als Triplettmitter werden dafür überwiegend mononukleare Iridium- oder Platinkomplexe verwendet. Die bisher für Emittersysteme, insbesondere Triplettmittersysteme, verwendeten Verbindungen für OLEDs sind hinsichtlich Lebensdauer, Effizienz und Farbreinheit noch verbesserungsbedürftig, um Verwendung wie beispielsweise in Farbfernsehern zu finden. Daher besteht Bedarf an weiteren, insbesondere verbesserten Emittersystemen für organische Elektrolumineszenzvorrichtungen.

[0004] Gegenstand der Erfindung ist eine elektronische Vorrichtung, insbesondere eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung umfassend mindestens eine Übergangsmetallverbindung, die mindestens eine Übergangsmetall-Zinn-Bindung aufweist.

[0005] Überraschenderweise führt die Übergangsmetallverbindung, die mindestens eine Übergangsmetall-Zinn-Bindung aufweist, zu einer guten Stabilität sowie zu weiteren positiven Eigenschaften der OLEDs. Die Übergangsmetallverbindung, die mindestens eine Übergangsmetall-Zinn-Bindung aufweist, wird im Folgenden auch „Übergangsmetallverbindung mit mindestens einer Übergangsmetall-Zinn-Bindung“ genannt.

[0006] Allgemeinste Formel für eine erfindungsgemäße Übergangsmetallverbindung kann eine Verbindung der folgenden Formel sein,



wobei ÜM für ein Übergangsmetall steht, „Sn“ für einen Zinn-haltigen Liganden, der über ein Zinnatom an das Übergangsmetall koordiniert und L für einen weiteren Liganden steht, der einzähnig oder mehrzähnig sein kann. Weiterhin gilt für die Indizes, dass $n \geq 1$, $o \geq 1$ und $p \geq 0$ ist.

[0007] Die Übergangsmetallverbindung mit mindestens einer Übergangsmetall-Zinn-Bindung ist somit ein Übergangsmetallkomplex enthaltend ein oder mehrere Übergangsmetalle und einen oder mehrere Zinn-haltige Liganden, wobei wenigstens ein Zinnatom an wenigstens ein Übergangsmetall koordiniert ist. Der Zinn-haltige Ligand kann ein- oder mehrzähnig sein.

[0008] Im Sinne der Erfindung ist ein Zinn-haltiger Ligand bevorzugt definiert als ein Hetero-closo-dodecaborat der Formel $[\text{SnB}_{11}\text{R}_{11}]^{2-}$, $[\text{SnCB}_{10}\text{R}_{11}]^-$ oder $[\text{Sn}_2\text{B}_{10}\text{R}_{10}]^{2-}$, wobei R wie unten definiert ist, oder als ein Stannan der Formel $[\eta^1\text{-SnY}_3]^-$, $[\mu^2\text{-SnY}_2]^-$ oder $[\mu^3\text{-SnY}]^-$, wobei Y gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für F, Cl, Br, I, Aryloxy, Alkoxy, Aryl, Heteroaryl oder Alkyl steht. Diese Liganden koordinieren an das Übergangsmetall mit dem Koordinationsmodus η^1 , μ^2 , μ^3 oder μ^4 . Dabei bedeutet, wie allgemein in der Koordinationschemie üblich, η^1 , dass das Zinnatom an genau ein Übergangsmetallatom koordiniert ist, und μ^2 , dass das Zinnatom gleichzeitig an zwei Übergangsmetallatome koordiniert ist, und μ^3 , dass das Zinnatom gleichzeitig an drei Übergangsmetallatome koordiniert ist, und μ^4 , dass das Zinnatom gleichzeitig an vier Übergangsmetallatome koordiniert ist.

[0009] Unter einer elektronischen Vorrichtung, insbesondere einer organischen Elektrolumineszenzvorrichtung, wird eine Vorrichtung verstanden, welche eine Anode, eine Kathode und mindestens eine emittierende Schicht, welche zwischen der Anode und der Kathode angeordnet ist, enthält, wobei mindestens eine Schicht zwischen der Anode und der Kathode mindestens eine organische bzw. metallorganische Verbindung enthält. Bevorzugt enthält eine emittierende Schicht einer organischen Elektrolumineszenzvorrichtung die hier beschriebene Übergangsmetallverbindung mit mindestens einer Übergangsmetall-Zinn-Bindung und optional

ein Matrixmaterial. Eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung muss nicht notwendigerweise nur Schichten enthalten, welche aus organischen oder metallorganischen Materialien aufgebaut sind. So ist es auch möglich, dass eine oder mehrere Schichten anorganische Materialien enthalten oder ganz aus anorganischen Materialien aufgebaut sind.

[0010] In einer Ausführungsform der Erfindung kann die Übergangsmetallverbindung, die mindestens eine Übergangsmetall-Zinn-Bindung aufweist, genau eine Übergangsmetall-Zinn-Bindung aufweisen.

[0011] In einer weiteren Ausführungsform kann die Übergangsmetallverbindung, die mindestens eine Übergangsmetall-Zinn-Bindung aufweist, mehr als eine Übergangsmetall-Zinn-Bindung aufweisen.

[0012] Die Übergangsmetallverbindung kann n Übergangsmetalle enthalten, wobei n eine natürliche Zahl ist. Dabei können folgende Fälle auftreten:

- a) $n = 1$: es handelt sich um einen mononuklearen Übergangsmetallkomplex mit einem oder mehreren Zinnhaltigen Liganden; und
- b) $n > 1$: es handelt sich um einen polynuklearen Übergangsmetallkomplex mit einem oder mehreren Zinnhaltigen Liganden. Insbesondere kann gelten $n = 2$ bis 10, bevorzugt $n = 2, 3, 4, 5$ oder 6.

[0013] In einer Ausführungsform der Erfindung enthält die Übergangsmetallverbindung, wie oben aufgeführt, zwei oder mehr Übergangsmetalle. Dabei kann eines, mehrere oder jedes Übergangsmetall an kein Zinnatom gebunden oder koordiniert sein, an ein Zinn-Atom gebunden oder koordiniert sein oder an mehrere Zinnatome gebunden oder koordiniert sein, wobei das Zinnatom jeweils dasselbe oder ein unterschiedliches sein kann, mit der Maßgabe, dass mindestens ein Zinnatom an mindestens ein Übergangsmetall gebunden oder koordiniert ist.

[0014] In einer Ausführungsform kann die Übergangsmetallverbindung, die mindestens eine Übergangsmetall-Zinn-Bindung aufweist, n Übergangsmetalle aufweisen, wobei die Übergangsmetalle untereinander teilweise oder vollständig durch eine oder mehrere Übergangsmetall-Übergangsmetall-Bindungen gebunden sind. Es ist jedoch auch möglich, dass die Übergangsmetalle nicht durch Übergangsmetall-Übergangsmetall-Bindungen aneinander gebunden sind oder nur ein Teil der Übergangsmetalle durch solche Bindungen aneinander gebunden sind. In einer weiteren Ausführungsform kann die Übergangsmetallverbindung, die mindestens eine Übergangsmetall-Zinn-Bindung aufweist, genau ein Übergangsmetall umfassen.

[0015] Wenn $n = 2$ ist, die Verbindung also 2 Übergangsmetalle aufweist, so sind diese Übergangsmetalle linear angeordnet. Wenn $n = 3$ ist, die Verbindung also 3 Übergangsmetalle aufweist, so ist eine typische Anordnung der Übergangsmetalle trigonal. Wenn $n = 4$ ist, die Verbindung also 4 Übergangsmetalle aufweist, so ist eine typische Anordnung der Übergangsmetalle tetraedrisch oder näherungsweise tetraedrisch. Wenn $n = 5$ ist, die Verbindung also 5 Übergangsmetalle aufweist, so ist eine typische Anordnung der Übergangsmetalle trigonal-bipyramidal oder näherungsweise trigonal-bipyramidal. Wenn $n = 6$ ist, die Verbindung also 6 Übergangsmetalle aufweist, so ist eine typische Anordnung der Übergangsmetalle oktaedrisch oder näherungsweise oktaedrisch.

[0016] Die Übergangsmetallverbindung kann gemäß einer weiteren Ausführungsform n Übergangsmetalle mit $n > 2$, insbesondere $n = 3$ bis 6, enthalten, wobei mindestens drei oder alle Übergangsmetalle untereinander teilweise oder vollständig gebunden sind.

[0017] In weiteren Ausführungsformen kann das Zinn der Übergangsmetall-Zinn-Bindung ein koordinierendes Atom eines einzähnigen oder mehrzähnigen Liganden sein. Ein Ligand, der nur eine koordinierende Bindung ausbildet, wird einzähnig oder monodentat genannt, während ein Ligand, der mehrere koordinierende Bindungen ausbildet, mehrzähnig oder multidentat, z. B. bidentat für zwei Bindungen, genannt wird.

[0018] Der Ligand kann, wie oben aufgeführt, ausgewählt sein aus der Gruppe der Hetero-closo-dodecaborate der Formel $[\text{SnB}_{11}\text{R}_{11}]^{2-}$, $[\text{SnCB}_{10}\text{R}_{11}]^{-}$ oder $[\text{Sn}_2\text{B}_{10}\text{R}_{10}]^{2-}$ mit Koordinationsmodus η^1 , μ^2 , μ^3 oder μ^4 , wobei R gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für H, D, Halogen, Alkyl mit 1 bis 10 C-Atomen, Alkoxy mit 1 bis 10 C-Atomen oder OH steht. Bevorzugte Hetero-closo-dodecaborate sind $[\text{SnB}_{11}\text{R}_{11}]^{2-}$ und $[\text{SnCB}_{10}\text{R}_{11}]^{-}$, und besonders bevorzugt ist $[\text{SnB}_{11}\text{H}_{11}]^{2-}$. In diesen Liganden ist das Zinn Bestandteil des Hetero-closo-dodecaborats, es handelt sich also um ein closo-Stanna-Borat. Besonders bevorzugt ist R = H. Es handelt sich also besonders bevorzugt um $[\text{SnB}_{11}\text{H}_{11}]^{2-}$ und $[\text{SnCB}_{10}\text{H}_{11}]^{-}$; ganz besonders bevorzugt ist $[\text{SnB}_{11}\text{H}_{11}]^{2-}$.

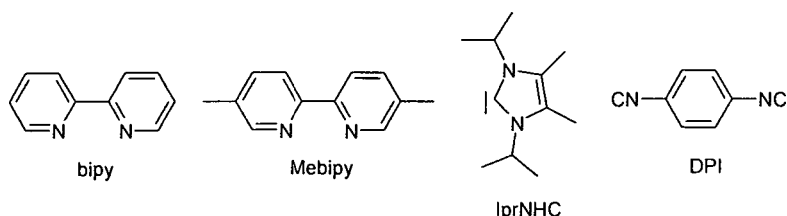
[0019] Der Ligand kann weiterhin, wie oben aufgeführt, ausgewählt sein aus der Gruppe, die besteht aus einem Stannan $[\eta^1\text{-SnY}_3]^-$, $[\mu^2\text{-SnY}_2]^-$ oder $[\mu^3\text{-SnY}]^-$ mit Y bei jedem Auftreten gleich oder verschieden F, Cl, Br, I, Aryloxy, Alkoxy, Aryl, Heteroaryl oder Alkyl, bevorzugt Cl, Br, Alkyl oder Aryl und besonders bevorzugt Cl, Methyl oder Phenyl. Dabei weist eine Alkyl- bzw. Alkoxygruppe bevorzugt 1 bis 10 C-Atome auf und eine Aryl- bzw. Aryloxygruppe 6 bis 20 C-Atome und eine Heteroarylgruppe bevorzugt 5 bis 20 aromatische Ringatome. Weiterhin können diese Gruppen auch substituiert sein.

[0020] In der organischen Elektrolumineszenzvorrichtung kann gemäß Ausführungsformen mindestens eines der Übergangsmetalle ausgewählt sein aus der Gruppe, die besteht aus Zr, Hf, Nb, Ta, Mo, W, Re, Ru, Os, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au und Zn, bevorzugt Ru, Os, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag und Au. Besonders bevorzugt sind Pt, Cu, Ag und Au.

[0021] Wenn die Übergangsmetallverbindung mehr als ein Übergangsmetall enthält, ist es bevorzugt, wenn alle Übergangsmetalle gleich gewählt sind.

[0022] Wenn es sich bei dem Liganden um ein Hetero-closo-dodecaborat der Formel $[\text{SnB}_{11}\text{H}_{11}]^{2-}$, $[\text{SnCB}_{10}\text{H}_{11}]^-$ oder $[\text{Sn}_2\text{B}_{10}\text{H}_{10}]^{2-}$ handelt, ist es bevorzugt, wenn das oder die Übergangsmetalle gleich oder verschieden ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Pt, Cu, Ag, Au, Rh, Ni und Pd, bevorzugt Pt, Cu, Ag oder Au.

[0023] Bevorzugte Übergangsmetalle mit mindestens einem Zinnliganden sind ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: $[(\text{Ph}_3\text{P})_2\text{Au}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2]^{2-}$, $[(\text{Ph}_3\text{P})_2\text{Au}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_3]^{4-}$, $[(\text{Et}_3\text{P})_3\text{Au}_3(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_3]^{3-}$, $[(\text{dppm})_2\text{Au}_4(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4]^{4-}$, $[(\text{Ph}_3\text{P})_2\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2]^{2-}$, $[(\text{Et}_3\text{P})_3\text{Ag}_3(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_3]^{3-}$, $[(\text{Me}_3\text{P})_4\text{Ag}_4(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4]^{4-}$, $[\text{Ag}_4(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_6]^{8-}$, $[\text{Au}(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4]^{5-}$, $[(\text{dppm})_2\text{Au}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{10}(\text{OEt}))_2]^-$, $[(\text{dppm})_2\text{Au}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})]$, $[(\text{Ph}_3\text{P})_2\text{Au}(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})]^-$, $[(\text{Ph}_3\text{P})_2\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2]^{2-}$, $[(\text{Ph}_3\text{P})_2\text{Cu}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2]^{2-}$, $[(\text{iPr}_3\text{P})_2\text{Cu}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2]^{2-}$, $[(\text{Me}_3\text{P})_4\text{Cu}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2]^{2-}$, $[\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2(\text{PMe}_3)_4]^{2-}$, $[\text{Ag}_4(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4(\text{Pyridin})_4]^{4-}$, $[\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2(\text{Bipy})_2]^{2-}$, $[\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2(\text{Phenanthrolin})_2]^{2-}$, $[\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2(\text{MeBipy})_2]^{2-}$, $[\text{Au}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4]^{4-}$, $[\text{Ag}(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_3]^{5-}$, $[\text{Cu}(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_3(\text{CH}_3\text{CN})]^{5-}$, $[\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2(\text{lprNHC})_2]$, $[\text{Ag}_5(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_6(\text{DPI})_{1.5}]^{7-}$, das als Polymer vorliegen kann, $[\text{Ag}_4(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4(\text{DPI})_3]^-$, das als Koordinationsnetzwerk vorliegen kann, und $[\text{Ag}_4(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4(\text{t-BuNC})_4]^{4-}$, wobei die Verbindungen jeweils noch geeignete Gegenionen enthalten. Die verwendeten Abkürzungen haben dabei die folgenden Bedeutungen:



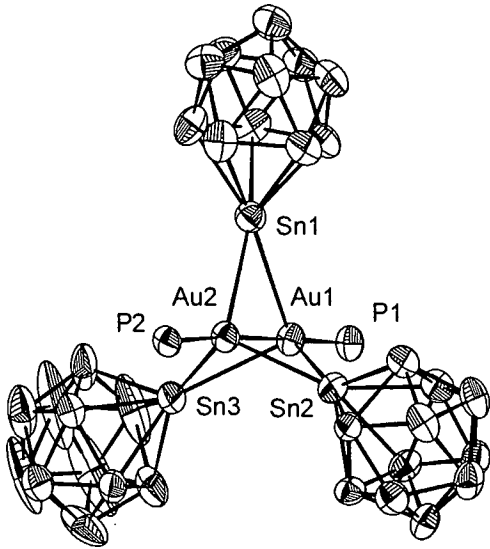
[0024] Dabei können die Übergangsmetalle in Strukturen enthaltend zwei oder mehr Übergangsmetalle teilweise oder vollständig aneinander gebunden sein, wobei der Zinn-haltige Ligand an ein Übergangsmetall oder verbrückend an mehrere Übergangsmetalle bindet.

[0025] Geeignete kationische Gegenionen sind bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Trialkylammoniumkationen oder Tetraalkylammoniumkationen, wobei die Alkylgruppe bevorzugt zwischen 1 und 10 C-Atomen enthält, besonders bevorzugt zwischen 1 und 4 C-Atomen, Tetraalkylphosphoniumkationen, wobei die Alkylgruppe bevorzugt zwischen 1 und 10 C-Atomen enthält, besonders bevorzugt zwischen 1 und 4 C-Atomen, Tetraarylphosphoniumkationen, Alkalimetallionen, insbesondere Lithium, Natrium oder Kalium, oder Erdalkalimetallkationen, insbesondere Magnesium oder Calcium.

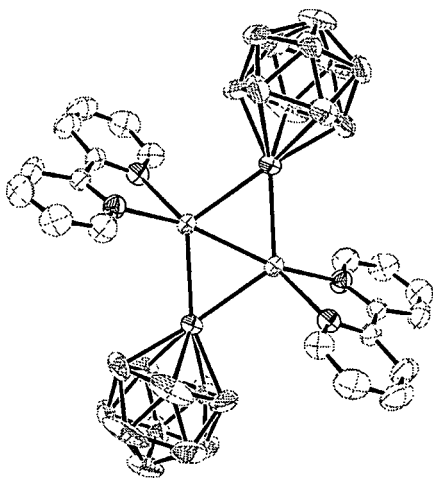
[0026] Beispiele für geeignete Verbindungen sind die im Folgenden aufgeführten Verbindungen: $[\text{Bu}_3\text{NH}]_2[(\text{Ph}_3\text{P})_2\text{Au}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2]$; $[\text{Bu}_3\text{MeN}]_4[(\text{Ph}_3\text{P})_2\text{Au}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_3]$; $[\text{Bu}_3\text{NH}]_3[(\text{Et}_3\text{P})_3\text{Au}_3(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_3]$; $[\text{Bu}_3\text{MeN}]_4[(\text{dppm})_2\text{Au}_4(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4]$; $[\text{Bu}_3\text{MeN}]_2[(\text{Ph}_3\text{P})_2\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2]$; $[\text{Bu}_3\text{NH}]_3[(\text{Et}_3\text{P})_3\text{Ag}_3(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_3]$; $[\text{Bu}_3\text{NH}]_4[(\text{Me}_3\text{P})_4\text{Ag}_4(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4]$; $[\text{Et}_4\text{N}]_8[\text{Ag}_4(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_6]$; $[\text{Bu}_3\text{NH}]_5[\text{Au}(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4]$; $[\text{Bu}_3\text{MeN}][(\text{dppm})_2\text{Au}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{10}(\text{OEt}))_2]$; $[(\text{dppm})_2\text{Au}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})]$; $[\text{Bu}_3\text{MeN}][(\text{Ph}_3\text{P})_2\text{Au}(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})]$; $[\text{Bu}_3\text{NH}]_2[(\text{Ph}_3\text{P})_2\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2]$; $[\text{Bu}_3\text{MeN}]_2[(\text{Ph}_3\text{P})_2\text{Cu}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2]$; $[\text{Bu}_3\text{MeN}]_2[(\text{iPr}_3\text{P})_2\text{Cu}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2]$; $[\text{Bu}_3\text{MeN}]_2[(\text{Me}_3\text{P})_4\text{Cu}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2]$; $[\text{Bu}_3\text{NH}]_2[\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2(\text{PMe}_3)_4]$; $[\text{Et}_3\text{NMe}]_4[\text{Ag}_4(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4(\text{Pyridin})_4]$; $[\text{Et}_4\text{N}]_2[\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2(\text{Bipy})_2]$; $[\text{Et}_4\text{N}]_2[\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2(\text{Phenanthrolin})_2]$; $[\text{Et}_4\text{N}]_2[\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2(\text{MeBipy})_2]$; $[\text{Et}_4\text{N}]_4[\text{Au}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4]$; $[\text{Et}_4\text{N}]_5[\text{Ag}(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_3]$; $[\text{Et}_4\text{N}]_5[\text{Cu}(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_3(\text{CH}_3\text{CN})]$; $[\text{Et}_4\text{N}][\text{MeIm}]\text{lpr}$

$[\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2(\text{IprNHC})_2]$; $[\text{Et}_4\text{N}]_7[\text{Ag}_5(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_6(\text{DPI})_{1.5}]$, das als Polymer vorliegen kann; $[\text{Me}_4\text{N}][\text{Ag}_4(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4(\text{DPI})_3]$, das als Koordinationsnetzwerk vorliegen kann, und $[\text{Et}_4\text{N}]_4[\text{Ag}_4(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4(\text{t-BuNC})_4]$.

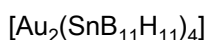
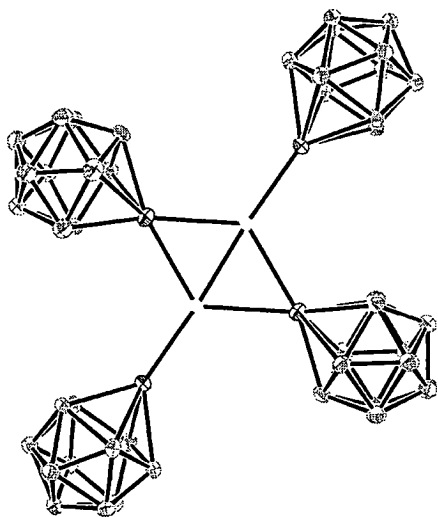
[0027] Im Folgenden sind beispielhaft für vorstehend genannte Komplexe enthaltend Hetero-closo-dodecaborate als Liganden die Struktur der Anionen von $[\text{Bu}_3\text{NMe}]_4[(\text{Ph}_3\text{P})_2\text{Au}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_3]$ (S. Hagen, I. Pantenburg, F. Weigend, C. Wickleder, L. Wesemann *Angew. Chem.* 2003, 115, 1539–1543), $[\text{Et}_4\text{N}]_2[\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2\text{L}_2]$ mit $\text{L} = 2,2'$ -Bipyridin und $[\text{Et}_4\text{N}]_4[\text{Au}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4]$ schematisch dargestellt.



$[(\text{Ph}_3\text{P})_2\text{Au}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_3]$



$[\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2\text{L}_2]$ mit $\text{L} = 2,2'$ -Bipyridin



[0028] In der organischen Elektrolumineszenzvorrichtung kann die Übergangsmetallverbindung im blauen, grünen, roten, orangefarbenen und/oder gelben Wellenlängenbereich emittieren. Bevorzugt ist die Übergangsmetallverbindung in einer emittierenden Schicht der organischen Elektrolumineszenzvorrichtung enthalten.

[0029] In der erfindungsgemäßen organischen Elektrolumineszenzvorrichtung kann die Übergangsmetallverbindung in Kombination mit einem Matrixmaterial eingesetzt sein. Geeignete Matrixmaterialien sind Ketone, Phosphinoxide, Sulfoxide und Sulfone, z. B. gemäß WO 2004/013080, WO 2004/093207, WO 2006/005627 oder WO 2010/006680, Triarylamine, Carbazolderivate, z. B. CBP (N,N-Biscarbazolylbiphenyl), m-CBP oder die in WO 2005/039246, US 2005/0069729, JP 2004/288381, EP 1205527, WO 2008/086851 oder US 2009/0134784 offenbarten Carbazolderivate, Indolocarbazolderivate, z. B. gemäß WO 2007/063754 oder WO 2008/056746, Indenocarbazolderivate, z. B. gemäß WO 2010/136109 und WO 2011/000455, Azacarbazole, z. B. gemäß EP 1617710, EP 1617711, EP 1731584, JP 2005/347160, bipolare Matrixmaterialien, z. B. gemäß WO 2007/137725, Silane, z. B. gemäß WO 2005/111172, Azaborole oder Boronester, z. B. gemäß WO 2006/117052, Diazasilolderivate, z. B. gemäß WO 2010/054729, Diazaphospholde-ri-ivate, z. B. gemäß WO 2010/054730, Triazinderivate, z. B. gemäß WO 2010/015306, WO 2007/063754 oder WO 2008/056746, Zinkkomplexe, z. B. gemäß EP 652273 oder WO 2009/062578, Dibenzofurand-er-ivate, z. B. gemäß WO 2009/148015, oder verbrückte Carbazolderivate, z. B. gemäß US 2009/0136779, WO 2010/050778, WO 2011/042107 oder WO 2011/088877.

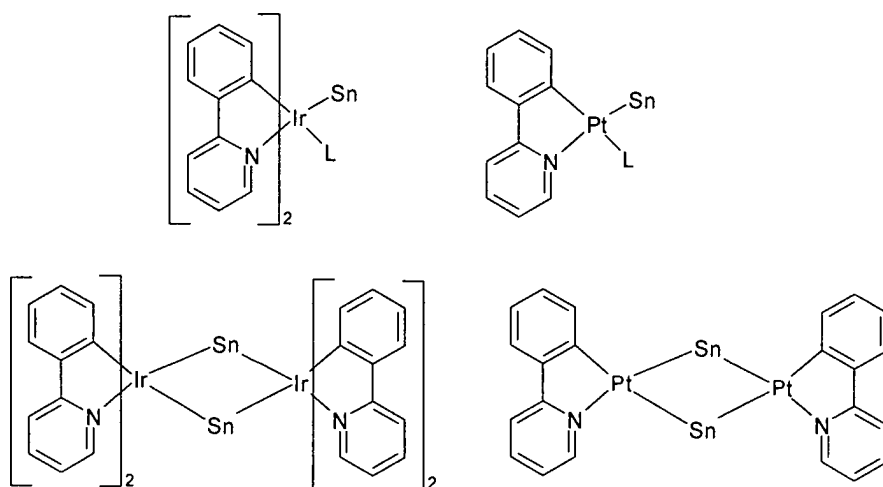
[0030] In einer weiteren Ausführungsform umfasst die Übergangsmetallverbindung einen Pt- oder Ir-Komplex, der außer dem oder den Zinn-haltigen Liganden einen oder zwei Liganden L' vom Typ Phenylpyridin oder Derivaten davon enthält und optional einen oder mehrere weitere Liganden L an das Pt oder Ir koordiniert enthält, wobei L und L' verschieden sein können. Zum Beispiel ist der Zinn-haltige Ligand einer der vorstehend genannten Liganden, bevorzugt ein Hetero-closo-dodecaborat. Der Begriff „vom Typ Phenylpyridin“ bedeutet, dass der Ligand L' eine Phenylpyridin-Struktur oder eine Phenylpyridin-artige Struktur umfasst.

[0031] Bevorzugt ist der Pt- oder Ir-Komplex ausgewählt aus $\text{L}'\text{Pt}(\text{„Sn“})\text{L}$, $(\text{L}')_2\text{Ir}(\text{„Sn“})\text{L}$ und dimeren Strukturen $\text{L}'\text{Pt}(\text{„Sn“})_2\text{PtL}'$ oder $(\text{L}')_2\text{Ir}(\text{„Sn“})_2\text{Ir}(\text{L}')_2$. Dabei sind in den dimeren Strukturen jeweils zwei Pt-Atome oder zwei Ir-Atome über zwei Zinn-haltige Liganden verbrückt, wobei jeweils das Zinnatom an beide Pt-Atome oder an beide Ir-Atome koordiniert. „Sn“ steht dabei für einen Zinn-haltigen Liganden wie oben beschrieben, insbesondere für ein Hetero-closo-dodecaborat, wie oben beschrieben, und L steht für einen monodentaten Liganden.

[0032] L' in den oben genannten Strukturen kann folgendermaßen definiert werden: Bevorzugt sind bidentate monoanionische, neutrale oder dianionische Liganden L', insbesondere monoanionische Liganden, welche mit einem Metall einen cyclometallierten Fünfring oder Sechsring mit mindestens einer Metall-Kohlenstoff-Bindung aufweisen, insbesondere einen cyclometallierten Fünfring. Dies sind insbesondere Liganden, wie sie allgemein im Gebiet der phosphoreszierenden Metallkomplexe für organische Elektrolumineszenzvorrichtungen verwendet werden, z. B. Liganden vom Typ Phenylpyridin, Naphthylpyridin, Phenylchinolin, Phenylisochinolin, etc., welche jeweils durch einen oder mehrere Reste R substituiert sein können. Dabei können die beiden koordinierenden Ringe des Liganden auch miteinander durch Reste R verbrückt sein. Es eignet sich dafür besonders die Kombination aus zwei Gruppen, wie sie im Folgenden mit Formeln dargestellt sind, wobei eine Gruppe

bevorzugt über ein neutrales Stickstoffatom oder ein Carbenkohlenstoffatom bindet und die andere Gruppe bevorzugt über ein negativ geladenes Kohlenstoffatom oder ein negativ geladenes Stickstoffatom bindet.

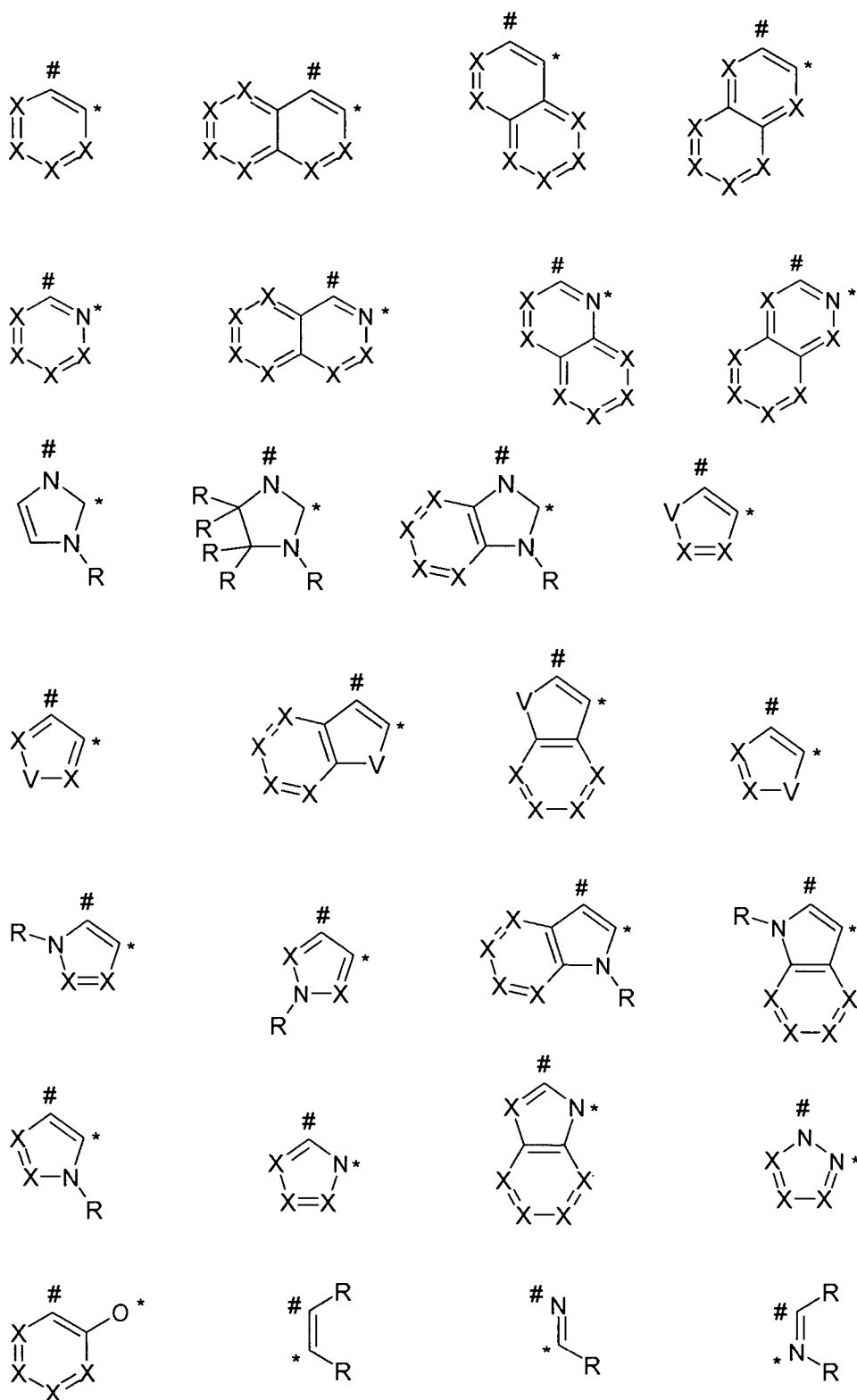
[0033] Wenn L' beispielsweise für Phenylpyridin steht, haben die oben genannten Formeln die folgenden Strukturen:



wobei Sn für einen Zinn-haltigen Liganden wie oben beschrieben steht, insbesondere für ein Hetero-closo-dodecaborat. Statt Phenylpyridin können die Komplexe ganz analog auch andere ortho-metallierte Liganden aufweisen, und die Liganden können auch substituiert sein.

[0034] Diese Komplexe sind neu. Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind daher derartige Komplexe.

[0035] Der Ligand L' kann eine Kombination aus zwei Gruppen der im Folgenden dargestellten Formeln umfassen, wobei eine Gruppe bevorzugt über ein neutrales Stickstoffatom oder ein Carbenkohlenstoffatom bindet und die andere Gruppe bevorzugt über ein negativ geladenes Kohlenstoffatom oder ein negativ geladenes Stickstoffatom bindet. Dabei wird der Ligand L' aus den Gruppen gebildet, indem diese Gruppen jeweils an der durch # gekennzeichneten Position aneinander binden und an die durch * gekennzeichneten Position an das Pt oder Ir koordinieren.



X ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden und steht für CR oder N; bevorzugt stehen maximal drei Symbole X in jeder Gruppe für N, besonders bevorzugt stehen maximal zwei Symbole X in jeder Gruppe für N, ganz besonders bevorzugt steht maximal ein Symbol X in jeder Gruppe für N, insbesondere bevorzugt stehen alle Symbole X für CR;

V ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden und steht für S oder O;

R ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden und steht für H, D, F, Cl, Br, I, CHO, N(Ar¹)₂, C(=O)Ar¹, P(=O)(Ar¹)₂, S(=O)Ar¹, S(=O)₂Ar¹, CR¹=CR¹Ar¹, CN, NO₂, Si(R¹)₃, B(OAr¹)₂, B(Ar¹)₂, B(N(Ar¹)₂)₂, B(OR¹)₂, B(R¹)₂, B(N(R¹)₂)₂, OSO₂R¹, eine geradkettige Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 1 bis 40 C-Atomen oder eine verzweigte oder cyclische Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, die jeweils mit einem oder mehreren Resten R¹ substituiert sein kann, wobei eine oder mehrere nicht benachbarte CH₂-

Gruppen durch $R^1C=CR^1$, $C\equiv C$, $Si(R^1)_2$, $C=O$, $C=NR^1$, $P(=O)(R^1)$, SO , SO_2 , NR^1 , O , S oder $CONR^1$ ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F , Cl , Br , I , CN oder NO_2 ersetzt sein können, oder ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, das jeweils durch einen oder mehrere Reste R^1 substituiert sein kann, oder eine Aryloxy- oder Heteroaryloxygruppe mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, die durch einen oder mehrere Reste R^1 substituiert sein kann, oder eine Kombination dieser Systeme; dabei können zwei oder mehrere benachbarte Substituenten R auch miteinander ein mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden;

Ar^1 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden und steht für ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 30 aromatischen Ringatomen, das mit einem oder mehreren Resten R^1 substituiert sein kann; dabei können auch zwei Reste Ar^1 , welche an dasselbe Stickstoff-, Phosphor- oder Boratom binden, durch eine Einfachbindung oder eine Brücke, ausgewählt aus $B(R^1)$, $C(R^1)_2$, $Si(R^1)_2$, $C=O$, $C=NR^1$, $C=C(R^1)_2$, O , S , $S=O$, SO_2 , $N(R^1)$, $P(R^1)$ und $P(=O)R^1$, miteinander verknüpft sein; und

R^1 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden und steht für H , D oder einen aliphatischen, aromatischen und/oder heteroaromatischen Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 20 C-Atomen, in dem auch H-Atome durch F ersetzt sein können; dabei können zwei oder mehrere benachbarte Substituenten R^1 auch miteinander ein mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden.

[0036] Bevorzugte neutrale, monodentate Liganden L sind ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Kohlenmonoxid, Stickstoffmonoxid, Alkylcyaniden, wie z. B. Acetonitril, Arylcyaniden, wie z. B. Benzonitril, Alkylisocyaniden, wie z. B. Methylisonitril, Arylisocyaniden, wie z. B. Benzoisonitril, Aminen, wie z. B. Trimethylamin, Triethylamin, Morpholin, Phosphinen, insbesondere Halogenphosphinen, Trialkylphosphinen, Triarylphosphinen oder Alkylarylphosphinen, wie z. B. Trifluorphosphin, Trimethylphosphin, Tricyclohexylphosphin, Tri-tert-butylphosphin, Triphenylphosphin, Tris(pentafluorphenyl)phosphin, Dimethylphenylphosphin, Methyl-diphenylphosphin, Bis(tert-butyl)phenylphosphin, Phosphiten, wie z. B. Trimethylphosphit, Triethylphosphit, Arsinen, wie z. B. Trifluorarasin, Trimethylarsin, Tricyclohexylarsin, Tri-tert-butylarsin, Triphenylarsin, Tris(pentafluorphenyl)arsin, Stibinen, wie z. B. Trifluorstibin, Trimethylstibin, Tricyclohexylstibin, Tri-tert-butylstibin, Triphenylstibin, Tris(pentafluorphenyl)stibin, stickstoffhaltigen Heterocyclen, wie z. B. Pyridin, Pyridazin, Pyrazin, Pyrimidin, Triazin, und Carbenen, insbesondere Arduengo-Carbenen.

[0037] Bevorzugte monoanionische, monodentate Liganden L sind ausgewählt aus Hydrid, Deuterid, den Halogeniden F^- , Cl^- , Br^- und I^- , Alkylacetyliden, wie z. B. Methyl- $C\equiv C^-$, tert-Butyl- $C\equiv C^-$, Arylacetyliden, wie z. B. Phenyl $C\equiv C^-$, Cyanid, Cyanat, Isocyanat, Thiocyanat, Isothiocyanat, aliphatischen oder aromatischen Alkoholaten, wie z. B. Methanolat, Ethanolat, Propanolat, iso-Propanolat, tert-Butylat, Phenolat, aliphatischen oder aromatischen Thioalkoholaten, wie z. B. Methanthiolat, Ethanthiolat, Propanthiolat, iso-Propanthiolat, tert-Thiobutylat, Thiophenolat, Amidien, wie z. B. Dimethylamid, Diethylamid, Di-iso-propylamid, Morpholid, Carboxylaten, wie z. B. Acetat, Trifluoracetat, Propionat, Benzoat, Arylgruppen, wie z. B. Phenyl, Naphthyl, und anionischen, stickstoffhaltigen Heterocyclen, wie Pyrrolid, Imidazolid, Pyrazolid. Dabei sind die Alkylgruppen in diesen Gruppen bevorzugt C_1 - C_{20} -Alkylgruppen, besonders bevorzugt C_1 - C_{10} -Alkylgruppen, ganz besonders bevorzugt C_1 - C_4 -Alkylgruppen. Unter einer Arylgruppe werden auch Heteroarylgruppen verstanden.

[0038] Eine Arylgruppe im Sinne dieser Erfindung enthält mindestens 6 C-Atome; eine Heteroarylgruppe im Sinne dieser Erfindung enthält mindestens 2 C-Atome und mindestens 1 Heteroatom, mit der Maßgabe, dass die Summe aus C-Atomen und Heteroatomen mindestens 5 ergibt. Die Heteroatome sind bevorzugt ausgewählt aus N , O und/oder S . Dabei wird unter einer Arylgruppe bzw. Heteroarylgruppe entweder ein einfacher aromatischer Cyclus, also Benzol, bzw. ein einfacher heteroaromatischer Cyclus, beispielsweise Pyridin, Pyrimidin, Thiophen, etc., oder eine kondensierte Aryl- oder Heteroarylgruppe verstanden. Unter einer Aryloxygruppe im Sinne dieser Erfindung wird eine Gruppe verstanden, bei der ein Arylrest über ein an den Arylrest gebundenes Sauerstoffatom bindet. Unter einer kondensierten Aryl- oder Heteroarylgruppe im Sinne dieser Erfindung wird eine Aryl- bzw. Heteroarylgruppe verstanden, in der mindestens zwei aromatische oder heteroaromatische Ringe, beispielsweise Benzolringe, durch Anellierung einander ankondensiert sind, also mindestens eine gemeinsame Kante und dadurch auch ein gemeinsames aromatisches System aufweisen. So sind beispielsweise Systeme wie Naphthalin, Anthracen, Phenanthren, Benzanthracen, Pyren, etc. als kondensierte Arylgruppen und Chinolin, Acridin, Benzothiophen, Carbazol, etc. als kondensierte Heteroarylgruppen im Sinne dieser Erfindung zu sehen.

[0039] Ein aromatisches Ringsystem im Sinne dieser Erfindung enthält mindestens 6 C-Atome im Ringsystem. Ein heteroaromatisches Ringsystem im Sinne dieser Erfindung enthält mindestens 2 C-Atome und mindestens ein Heteroatom im Ringsystem, mit der Maßgabe, dass die Summe aus C-Atomen und Heteroatomen mindestens 5 ergibt. Die Heteroatome sind bevorzugt ausgewählt aus N , O und/oder S . Unter einem aromatischen oder heteroaromatischen Ringsystem im Sinne dieser Erfindung soll ein System verstanden werden, das nicht

notwendigerweise nur Aryl- oder Heteroarylgruppen enthält, sondern in dem auch mehrere Aryl- oder Heteroarylgruppen durch eine kurze, nicht-aromatische Einheit (bevorzugt weniger als 10% der von H verschiedenen Atome), wie z. B. ein C-, N- oder O-Atom, unterbrochen sein können. So sollen beispielsweise auch Systeme wie Fluoren, 9,9'-Spirobifluoren, 9,9'-Diarylfluoren, Triarylamine, Diarylether, Stilben, Benzophenon, etc. als aromatische Ringsysteme im Sinne dieser Erfindung verstanden werden. Ebenso werden unter einem aromatischen bzw. heteroaromatischen Ringsystem Systeme verstanden, in denen mehrere Aryl- bzw. Heteroarylgruppen durch Einfachbindungen miteinander verknüpft sind, beispielsweise Biphenyl, Terphenyl oder Bipyridin.

[0040] Unter einem aromatischen oder heteroaromatischen Ringsystem mit 5–60 aromatischen Ringatomen, welches noch jeweils mit den oben genannten Resten R substituiert sein kann und welches über beliebige Positionen am Aromaten bzw. Heteroaromaten verknüpft sein kann, werden insbesondere Gruppen verstanden, die abgeleitet sind von Benzol, Naphthalin, Anthracen, Phenanthren, Benzanthracen, Pyren, Chrysen, Perylen, Fluoranthren, Benzfluoranthren, Naphthacen, Pentacen, Benzpyren, Biphenyl, Biphenylen, Terphenyl, Terphenylen, Fluoren, Benzfluoren, Dibenzofluoren, Spirobifluoren, Dihydrophenanthren, Dihdropyren, Tetrahydropyren, cis- oder trans-Indenofluoren, cis- oder trans-Indolocarbazol, cis- oder trans-Indenocarbazol, cis- oder trans-Monobenzoindenofluoren, cis- oder trans-Dibenzoindenofluoren, Truxen, Isotruxen, Spirotruxen, Spiroisotruxen, Furan, Benzofuran, Isobenzofuran, Dibenzofuran, Thiophen, Benzothiophen, Isobenzothiophen, Dibenzothiophen, Pyrrol, Indol, Isoindol, Carbazol, Pyridin, Chinolin, Isochinolin, Acridin, Phenanthridin, Benzo-5,6-chinolin, Benzo-6,7-chinolin, Benzo-7,8-chinolin, Phenothiazin, Phenoxazin, Pyrazol, Indazol, Imidazol, Benzimidazol, Naphthimidazol, Phenanthrimidazol, Pyrimidazol, Pyrazinimidazol, Chinoxalinimidazol, Oxazol, Benzoxazol, Naphthoxazol, Anthroxazol, Phenanthroxazol, Isoxazol, 1,2-Thiazol, 1,3-Thiazol, Benzothiazol, Pyridazin, Benzopyridazin, Pyrimidin, Benzpyrimidin, Chinoxalin, 1,5-Diazaanthracen, 2,7-Diazapyren, 2,3-Diazapyren, 1,6-Diazapyren, 1,8-Diazapyren, 4,5-Diazapyren, 4,5,9,10-Tetraazaperylen, Pyrazin, Phenazin, Phenoxazin, Phenothiazin, Fluorubin, Naphthyridin, Azacarbazol, Benzocarbolin, Phenanthrolin, 1,2,3-Triazol, 1,2,4-Triazol, Benzotriazol, 1,2,3-Oxadiazol, 1,2,4-Oxadiazol, 1,2,5-Oxadiazol, 1,3,4-Oxadiazol, 1,2,3-Thiadiazol, 1,2,4-Thiadiazol, 1,2,5-Thiadiazol, 1,3,4-Thiadiazol, 1,3,5-Triazin, 1,2,4-Triazin, 1,2,3-Triazin, Tetrazol, 1,2,4,5-Tetrazin, 1,2,3,4-Tetrazin, 1,2,3,5-Tetrazin, Purin, Pteridin, Indolizin und Benzothiadiazol.

[0041] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden unter einer Alkylgruppe, z. B. einer C₁-C₁₀-Alkylgruppen, einer C₁-C₄-Alkylgruppe oder einer Alkylgruppe mit 1 bis 40 C-Atomen, in der auch einzelne H-Atome oder CH₂-Gruppen durch weitere oder die oben genannten Gruppen substituiert sein können, besonders bevorzugt die Reste Methyl, Ethyl, n-Propyl, i-Propyl, n-Butyl, i-Butyl, s-Butyl, t-Butyl, 2-Methylbutyl, n-Pentyl, s-Pentyl, tert-Pentyl, 2-Pentyl, Cyclopentyl, n-Hexyl, s-Hexyl, tert-Hexyl, 2-Hexyl, 3-Hexyl, Cyclohexyl, 2-Methylpentyl, n-Heptyl, 2-Heptyl, 3-Heptyl, 4-Heptyl, Cycloheptyl, 1-Methylcyclohexyl, n-Octyl, 2-Ethylhexyl, Cyclooctyl, 1-Bicyclo[2,2,2]octyl, 2-Bicyclo[2,2,2]octyl, 2-(2,6-Dimethyl)octyl, 3-(3,7-Dimethyl)octyl, Trifluormethyl, Pentafluorethyl und 2,2,2-Trifluorethyl verstanden. Unter einer Alkenylgruppe werden besonders bevorzugt die Reste Ethenyl, Propenyl, Butenyl, Pentenyl, Cyclopentenyl, Hexenyl, Cyclohexenyl, Heptenyl, Cycloheptenyl, Octenyl und Cyclooctenyl verstanden. Unter einer Alkynylgruppe werden besonders bevorzugt die Reste Ethinyl, Propinyl, Butinyl, Pentinyl, Hexinyl, Heptinyl oder Octinyl verstanden. Unter einer Alkoxygruppe werden besonders bevorzugt Methoxy, Trifluormethoxy, Ethoxy, n-Propoxy, i-Propoxy, n-Butoxy, i-Butoxy, s-Butoxy, t-Butoxy oder 2-Methylbutoxy verstanden.

[0042] Gegenstand der Erfindung ist auch die Verwendung einer der hier beschriebenen Übergangsmetallverbindungen in einer organischen elektronischen Vorrichtung, insbesondere in einer emittierenden Schicht einer elektronischen Vorrichtung, insbesondere einer organischen Elektrolumineszenzvorrichtung, z. B. als Emitter.

[0043] Außer Kathode, Anode und einer oder mehreren emittierenden Schichten kann die organische Elektrolumineszenzvorrichtung noch weitere Schichten enthalten. Diese sind beispielsweise gewählt aus jeweils einer oder mehreren Ladungstransportschichten, Lochinjektionsschichten, Lochtransportschichten, Lochblockierschichten, Elektronentransportschichten, Elektroneninjectionsschichten, Elektronenblockierschichten, Excitonblockierschichten, Charge-Generation Layers (IDMC 2003, Taiwan; Session 21 OLED (5), T. Matsumoto, T. Nakada, J. Endo, K. Mori, N. Kawamura, A. Yokoi, J. Kido, Multiphoton Organic EL Device Having Charge Generation Layer) und/oder organischen oder anorganischen p/n-Übergängen. Außerdem können weitere Schichten vorhanden sein, welche die Ladungsbalance im Device beeinflussen. Weiterhin können die Schichten, insbesondere Ladungstransportschichten, auch dotiert sein. Die Dotierung der Schichten kann für einen verbesserten Ladungstransport vorteilhaft sein. Es sei aber darauf hingewiesen, dass nicht notwendigerweise jede dieser weiteren Schichten vorhanden sein muss und dass die Wahl der Schichten immer von den verwendeten Verbindungen abhängt.

[0044] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung enthält die organische Elektrolumineszenzvorrichtung mehrere emittierende Schichten. Besonders bevorzugt weisen diese Emissionsschichten insgesamt mehrere Emissionsmaxima zwischen 380 nm und 750 nm auf, so dass insgesamt weiße Emission resultiert, d. h. in den emittierenden Schichten werden verschiedene emittierende Verbindungen verwendet, die blaues und gelbes, orangefarbenes, grünes und/oder rotes Licht emittieren. Insbesondere bevorzugt sind Dreischichtsysteme, also Systeme mit drei emittierenden Schichten, wobei die drei Schichten blaue, grüne und orangefarbene oder rote Emission zeigen (für den prinzipiellen Aufbau siehe z. B. WO 2005/011013). Auch die Verwendung von mehr als drei emittierenden Schichten kann bevorzugt sein.

[0045] Ferner kann die Übergangsmetallverbindung einiger hier beschriebener Ausführungsformen sublimierbar sein, insbesondere bei Verwendung kleiner zusätzlicher Liganden. Die Übergangsmetallverbindung von Ausführungsformen kann zudem löslich sein.

[0046] Bevorzugt ist eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, erhältlich oder erhalten dadurch, dass eine oder mehrere Schichten mit einem Sublimationsverfahren beschichtet werden. In dem zugehörigen Herstellungsverfahren werden die Materialien in Vakuum-Sublimationsanlagen bei einem Druck kleiner 10^{-5} mbar, bevorzugt kleiner 10^{-6} mbar aufgedampft. Es sei jedoch angemerkt, dass der Druck auch noch geringer sein kann, beispielsweise kleiner 10^{-7} mbar.

[0047] Bevorzugt ist ebenfalls eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, erhältlich oder erhalten dadurch, dass eine oder mehrere Schichten mit dem OVPD (Organic Vapour Phase Deposition) Verfahren oder mit Hilfe einer Trägergassublimation beschichtet werden. In einem derartigen Herstellungsverfahren werden die Materialien bei einem Druck zwischen 10^{-5} mbar und 1 bar aufgebracht. Ein Spezialfall dieses Verfahrens ist das OVJP (Organic Vapour Jet Printing) Verfahren, bei dem die Materialien direkt durch eine Düse aufgebracht und so strukturiert werden (zum Beispiel M. S. Arnold et al., Appl. Phys. Lett. 2008, 92, 053301).

[0048] Bevorzugt ist weiterhin eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, erhältlich oder erhalten dadurch, dass eine oder mehrere Schichten aus Lösung, wie z. B. durch Spincoating, oder mit einem beliebigen Druckverfahren, wie z. B. Siebdruck, Flexodruck oder Offsetdruck, besonders bevorzugt aber LITI (Light Induced Thermal Imaging, Thermotransferdruck) oder Ink-Jet Druck (Tintenstrahldruck), hergestellt werden. Hierfür sind lösliche Verbindungen nötig. Hohe Löslichkeit lässt sich durch geeignete Substitution der Verbindungen erreichen. Dabei können nicht nur Lösungen aus einzelnen Materialien aufgebracht werden, sondern auch Lösungen, die mehrere Verbindungen enthalten, beispielsweise Matrixmaterialien und Dotanden.

[0049] Die organische Elektrolumineszenzvorrichtung kann in einer Ausführungsform auch als Hybridsystem hergestellt werden, indem eine oder mehrere Schichten aus Lösung aufgebracht werden und eine oder mehrere andere Schichten aufgedampft werden.

[0050] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist daher ein Verfahren zur Herstellung einer erfindungsgemäßen organischen Elektrolumineszenzvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Schicht mit einem Sublimationsverfahren aufgebracht wird oder dass mindestens eine Schicht mit dem OVPD-Verfahren oder der Trägergassublimation aufgebracht wird oder dass mindestens eine Schicht aus Lösung oder durch ein beliebiges Druckverfahren aufgebracht wird.

[0051] Die organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen und Übergangsmetallverbindungen gemäß hier beschriebener Ausführungsformen oder Beispiele führen zu folgenden überraschenden günstigen Effekten: Die organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen, die die hier beschriebenen Übergangsmetallverbindungen umfassen, weisen eine hohe Effizienz auf. Die organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen können ferner eine gute Lebensdauer besitzen. Die organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen zeigen zusätzlich eine gute Farbreinheit.

[0052] Alle hier beschriebenen und sich nicht gegenseitig ausschließenden Merkmale von Ausführungsformen können miteinander kombiniert werden. Elemente einer Ausführungsform können in den anderen Ausführungsformen genutzt werden ohne weitere Erwähnung.

[0053] Die Erfindung wird durch die nachfolgenden Beispiele genauer beschrieben, ohne sie dadurch einschränken zu wollen. Der Fachmann kann, ohne erfindungsgemäß tätig zu werden, weitere erfindungsgemäße elektronische Vorrichtungen, insbesondere organische Elektrolumineszenzvorrichtungen herstellen und somit im gesamten beanspruchten Bereich arbeiten.

Beispiele

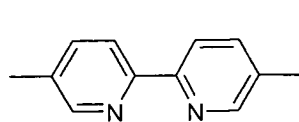
Komplexe K1–K16:

[0054] Die Synthese der Komplexe K1–K16 erfolgt gemäß der jeweils in Tabelle 1 angegebenen Literatur:

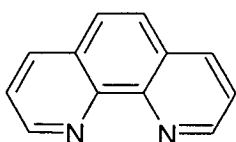
Tabelle 1

Komplex	Verbindung	Literatur
K1	$[\text{Bu}_3\text{MeN}]_4[\text{Au}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_3(\text{PPh}_3)_2]$	Angew. Chem. Int. Ed. 2003, 42, 1501.
K2	$[\text{Et}_4\text{N}]_5[\text{Ag}(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_3]$	Inorg. Chem. 2011, 50, 664.
K3	$[\text{Et}_4\text{N}]_6[\text{Au}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4]$	Inorg. Chem. 2011, 50, 664.
K4	$[\text{Et}_4\text{N}]_2[\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2(\text{bipy})_2]$	Organometallics 2010, 29, 4906.
K5	$[\text{Et}_4\text{N}]_2[\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2(\text{mbipy})_2]$	Organometallics 2010, 29, 4906.
K6	$[\text{Et}_4\text{N}]_2[\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2(\text{phen})_2]$	Organometallics 2010, 29, 4906.
K7	$[\text{Ru}(\text{SnPh}_3)_2(\text{CO})_2(\text{}^i\text{Pr-dab})]$	Chem. Eur. J. 1996, 2, 1556.
K8	$[\text{Ru}(\text{SnPh}_3)(\text{SnMe}_3)(\text{CO})_2(\text{}^i\text{Pr-dab})]$	Chem. Eur. J. 1996, 2, 1556.
K9	$[\text{Ru}(\text{SnPh}_3)_2(\text{CO})_2(\text{dmb})]$	Inorg. Chem. 2001, 40, 277.
K10	$[\text{Os}(\text{SnPh}_3)_2(\text{CO})_2(\text{dmb})]$	Inorg. Chem. 2001, 40, 277.
K11	$[\text{ClSn}(\text{crown-P}_2)\text{Ir}(\text{CO})\text{Cl}](\text{SnCl}_3)$	Inorg. Chem. 1991, 30, 3395.
K12	$[\text{CH}_3\text{PPh}_3]_2[\text{PtCl}_2(\text{SnCl}_3)_2]$	Inorg. Chem. 1996, 35, 883.
K13	$[\text{NBu}_4]_2[\text{Pt}_2(\mu\text{-Cl})_2(\text{SnCl}_3)_2(\text{C}_6\text{Cl}_5)_2]$	Inorganica Chimica Acta 2005, 358, 315.
K14	$[\text{Ir}_2(\text{SnCl})(\text{CO})_2\text{Cl}_2(\mu\text{-dpma})_2][\text{SnCl}_3]$	J. Am. Chem. Soc. 1989, 111, 4021.
K15	$[\text{PtMe}_2(\text{Ph}_2\text{SnS})_2(\text{}^t\text{bu}_2\text{bpy})]$	Organometallics 1996, 15, 1749.
K16	$\text{Ru}_3(\text{CO})_9(\mu\text{-SnPh}_2)_3$	J. Am. Chem. Soc. 2007, 129, 12328.

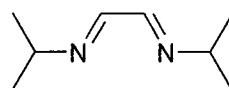
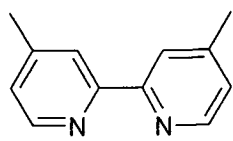
Erläuterung der verwendeten Abkürzungen:



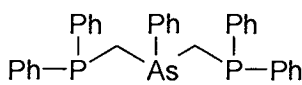
mbipy



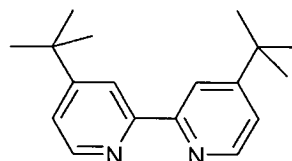
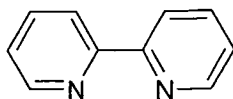
phen

 $^i\text{Pr-dab}$ 

dmb



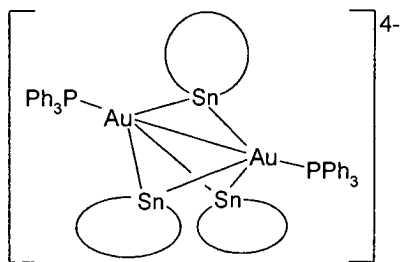
dpma

 $^t\text{bu}_2\text{bpy}$ 

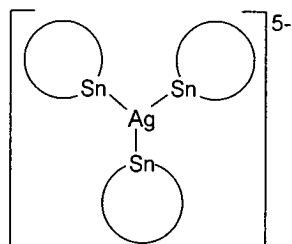
bipy

[0055] Im Folgenden sind die Anionen der Übergangsmetallverbindungen K1 bis K16 schematisch aufgeführt:

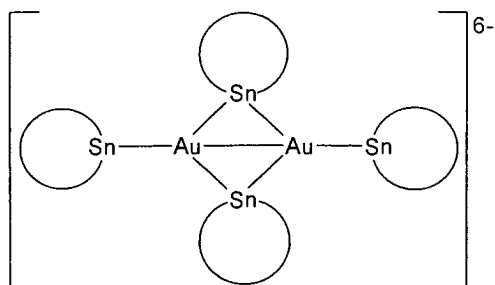
K1:



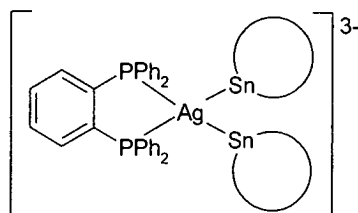
K2:



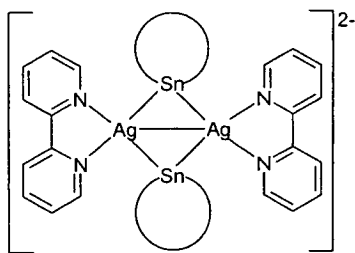
K3:



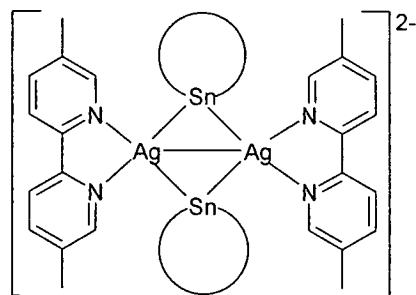
K4:



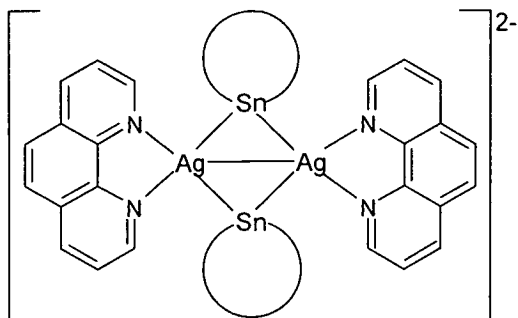
K5:



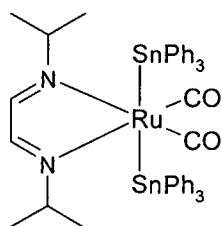
K6:



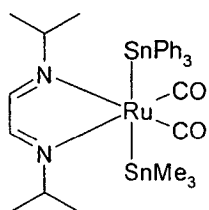
K7:



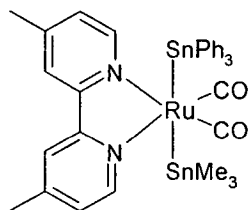
K8:



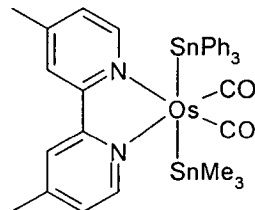
K9:



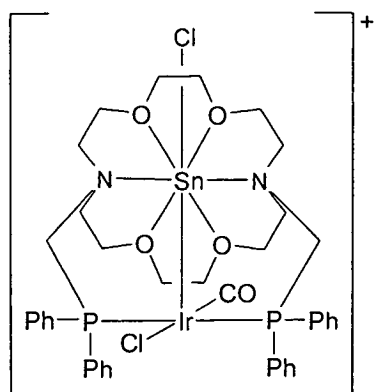
K10:



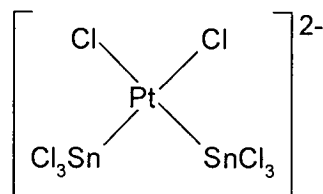
K11:



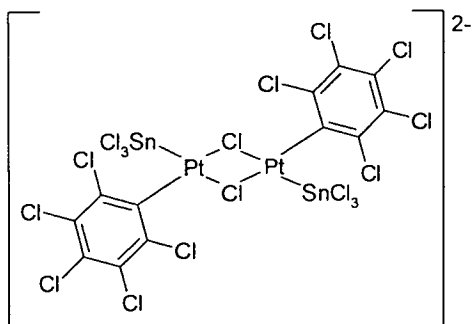
K12:



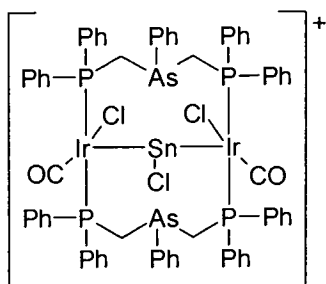
K13:



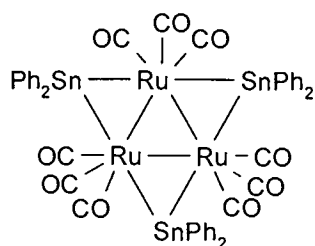
K14:



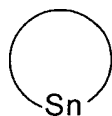
K15:



K15:

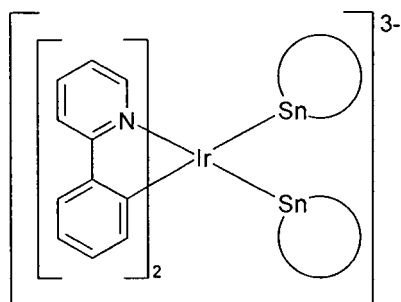


[0056] Dabei steht

jeweils für einen Liganden der Formel $[\text{SnB}_{11}\text{H}_{11}]^{2-}$.

Komplex K17

Schema des Anions:



Synthese:

[0057] 2 g (3.0 mmol) $[\text{Bu}_3\text{NMe}]_2[\text{SnB}_{11}\text{H}_{11}]$ und 0.8 g (0.75 mmol) $[\text{Ir}(\mu\text{-Cl})(\text{ppy})_2]_2$ werden in 100 ml Dichlormethan gelöst und zwölf Stunden bei Raumtemperatur gerührt. Wiederholtes Überschichten des Reaktionsgemisches mit Heptan liefert insgesamt 2.13 g (89%) des Komplexes K17, der als Kation $[\text{Bu}_3\text{NMe}]$ aufweist, als feinkristallines Pulver.

Beispiel 1–17: Herstellung und Charakterisierung von organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen aus Lösung

[0058] Die Herstellung von OLEDs erfolgte nach dem im Folgenden skizzierten allgemeinen Verfahren. Dieses kann im Einzelfall auf die jeweiligen Gegebenheiten (z. B. Schichtdickenvariation, um optimale Effizienz bzw. Farbe zu erreichen) angepasst werden.

Allgemeines Verfahren zur Herstellung der OLEDs:

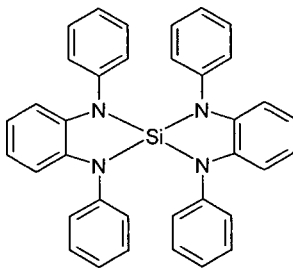
[0059] Die Herstellung solcher Bauteile lehnt sich an die Herstellung polymerer Leuchtdioden (PLEDs) an, die in der Literatur bereits vielfach beschrieben ist, z. B. in der WO 2004/037887 A2. Im vorliegenden Fall werden die Übergangsmetall-Sn-Verbindungen zusammen mit den aufgeführten Matrixmaterialien oder Matrixmaterialkombinationen in Toluol, Chlorbenzol oder DMF gelöst. Der typische Feststoffgehalt solcher Lösungen liegt zwischen 10 und 25 g/L, wenn, wie hier, die für eine Vorrichtung typische Schichtdicke von 80 nm mittels Spincoating erzielt werden sollte.

[0060] Gemäß dem o. g. allgemeinen Verfahren werden OLEDs mit folgendem Aufbau und Schichtdicken erzeugt:

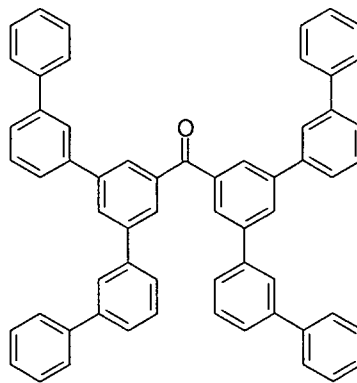
PEDOT	20 nm, aus Wasser aufgeschleudert; PEDOT bezogen von BAYER AG; Poly-[3,4-ethylenedioxy-2,5-thiophen]
Matrix + Emitter	80 nm, 10 Gew.-% Emitterkonzentration, aus Toluol, Chlorbenzol oder DMF aufgeschleudert,
Ba/Al	10 nm Ba/150 nm Al als Kathode.

[0061] Strukturierte ITO-Substrate und das Material für die sogenannte Pufferschicht aus PEDOT, PEDOT:PSS, wurden käuflich erworben. Das ITO stammte von Technoprint, PEDOT:PSS als wässrige Dispersion stammte Clevios Baytron P von H. C. Starck.

[0062] Als Matrixmaterialien werden M1 und M2 verwendet, wie im Folgenden abgebildet mit Literatur-Verweis:



M1
WO 2010/054279



M2
WO 2010/006680

[0063] Die Emissionsschicht aus Matrix und Emitter wird in einer Inertgasatmosphäre, im vorliegenden Fall Argon, auf die jeweiligen ITO-Substrate aufgeschleudert und 10 min bei 120°C ausgeheizt. Zuletzt wird jeweils eine Kathode aus Barium und Aluminium im Vakuum aufgedampft. Die lösungsprozessierten Devices werden standardmäßig charakterisiert. In Tabelle 2 sind die Effizienz und die Spannung bei 100 cd/m² sowie die Farbe der jeweiligen Beispiele aufgeführt.

Tabelle 2: Ergebnisse für die Vorrichtungen

Bsp.	Matrix A:Matrix B Emitter	EQE bei 100 cd/m ² [%]	Spannung bei 100 cd/m ² [V]	Farbe
1	M1 (30%):M2 (60%) K1	4.2	5.9	rot
2	M1 (30%):M2 (60%) K2	2.2	6.3	orange
3	M1 (30%):M2 (60%) K3	1.8	7.8	rot
4	M1 (30%):M2 (60%) K4	3.4	7.1	grün
5	M1 (30%):M2 (60%) K5	3.7	5.8	grün
6	M1 (30%):M2 (60%) K6	4.1	5.8	grün
7	M1 (30%):M2 (60%) K7	5.0	6.1	rot
8	M1 (30%):M2 (60%) K8	4.6	4.9	rot
9	M1 (30%):M2 (60%) K9	3.9	5.3	orange
10	M1 (30%):M2 (60%) K10	4.3	5.7	gelb
11	M1 (30%):M2 (60%) K11	2.7	5.6	rot
12	M1 (30%):M2 (60%) K12	2.1	7.5	rot
13	M1 (30%):M2 (60%) K13	2.3	7.9	rot
14	M1 (30%):M2 (60%) K14	4.7	6.1	rot
15	M1 (30%):M2 (60%) K15	3.4	6.7	rot

16	M1 (30%):M2 (60%) K16	3.6	6.2	rot
17	M1 (30%):M2 (60%) K17	5.4	5.0	grün

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 4539507 [0003]
- US 5151629 [0003]
- EP 0676461 [0003]
- WO 98/27136 [0003]
- WO 2004/013080 [0029]
- WO 2004/093207 [0029]
- WO 2006/005627 [0029]
- WO 2010/006680 [0029]
- WO 2005/039246 [0029]
- US 2005/0069729 [0029]
- JP 2004/288381 [0029]
- EP 1205527 [0029]
- WO 2008/086851 [0029]
- US 2009/0134784 [0029]
- WO 2007/063754 [0029, 0029]
- WO 2008/056746 [0029, 0029]
- WO 2010/136109 [0029]
- WO 2011/000455 [0029]
- EP 1617710 [0029]
- EP 1617711 [0029]
- EP 1731584 [0029]
- JP 2005/347160 [0029]
- WO 2007/137725 [0029]
- WO 2005/111172 [0029]
- WO 2006/117052 [0029]
- WO 2010/054729 [0029]
- WO 2010/054730 [0029]
- WO 2010/015306 [0029]
- EP 652273 [0029]
- WO 2009/062578 [0029]
- WO 2009/148015 [0029]
- US 2009/0136779 [0029]
- WO 2010/050778 [0029]
- WO 2011/042107 [0029]
- WO 2011/088877 [0029]
- WO 2005/011013 [0044]
- WO 2004/037887 A2 [0059]

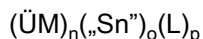
Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Inorg. Chem. 1966, 5, 109–110 [0002]
- J. Chem. Soc. A 1971, 3765–3769 [0002]
- S. Hagen, I. Pantenburg, F. Weigend, C. Wickleder, L. Wesemann Angew. Chem. 2003, 115, 1539–1543 [0027]
- IDMC 2003, Taiwan; Session 21 OLED (5), T. Matsumoto, T. Nakada, J. Endo, K. Mori, N. Kawamura, A. Yokoi, J. Kido, Multiphoton Organic EL Device Having Charge Generation Layer [0043]
- M. S. Arnold et al., Appl. Phys. Lett. 2008, 92, 053301 [0047]
- Angew. Chem. Int. Ed. 2003, 42, 1501 [0054]
- Inorg. Chem. 2011, 50, 664 [0054]
- Inorg. Chem. 2011, 50, 664 [0054]
- Organometallics 2010, 29, 4906 [0054]
- Organometallics 2010, 29, 4906 [0054]
- Organometallics 2010, 29, 4906 [0054]
- Chem. Eur. J. 1996, 2, 1556 [0054]
- Chem. Eur. J. 1996, 2, 1556 [0054]
- Inorg. Chem. 2001, 40, 277 [0054]
- Inorg. Chem. 2001, 40, 277 [0054]
- Inorg. Chem. 1991, 30, 3395 [0054]
- Inorg. Chem. 1996, 35, 883 [0054]
- Inorganica Chimica Acta 2005, 358, 315 [0054]
- J. Am. Chem. Soc. 1989, 111, 4021 [0054]
- Organometallics 1996, 15, 1749 [0054]
- J. Am. Chem. Soc. 2007, 129, 12328 [0054]

Patentansprüche

1. Elektronische Vorrichtung, insbesondere eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, umfassend mindestens eine Übergangsmetallverbindung, die mindestens eine Übergangsmetall-Zinn-Bindung aufweist.

2. Elektronische Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Übergangsmetallverbindung eine Verbindung der folgenden Formel ist,



wobei UM für ein Übergangsmetall steht, „Sn“ für einen Zinn-haltigen Liganden, der über ein Zinnatom an das Übergangsmetall koordiniert, L für einen weiteren Liganden steht, der einzähnig oder mehrzähnig sein kann, und für die Indizes gilt: $n \geq 1$, $o \geq 1$ und $p \geq 0$.

3. Elektronische Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Übergangsmetallverbindung genau eine Übergangsmetall-Zinn-Bindung aufweist oder dass die Übergangsmetallverbindung mehr als eine Übergangsmetall-Zinn-Bindung aufweist.

4. Elektronische Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Übergangsmetallverbindung 1 bis 10 Übergangsmetalle aufweist, bevorzugt 1, 2, 3, 4, 5 oder 6 Übergangsmetalle.

5. Elektronische Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Übergangsmetallverbindung mehr als ein Übergangsmetall aufweist, wobei die Übergangsmetalle untereinander teilweise oder vollständig durch eine oder mehrere Übergangsmetall-Übergangsmetall-Bindungen aneinander gebunden sind.

6. Elektronische Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Zinn-haltige Ligand ausgewählt ist aus der Gruppe der Hetero-closo-dodecaborate der Formel $[\text{SnB}_{11}\text{R}_{11}]^{2-}$, $[\text{SnCB}_{10}\text{R}_{11}]^-$ oder $[\text{Sn}_2\text{B}_{10}\text{R}_{10}]^{2-}$ mit Koordinationsmodus η^1 , μ^2 , μ^3 oder μ^4 , wobei R gleich oder verschieden bei jedem Auftreten für H, D, Halogen, Alkyl mit 1 bis 10 C-Atomen, Alkoxy mit 1 bis 10 C-Atomen oder OH steht, bevorzugt $[\text{SnB}_{11}\text{H}_{11}]^{2-}$, $[\text{SnCB}_{10}\text{H}_{11}]^-$ oder $[\text{Sn}_2\text{B}_{10}\text{H}_{10}]^{2-}$; oder dass der Zinn-haltige Ligand ausgewählt ist aus der Gruppe, die besteht aus einem Stannan $[\eta^1\text{-SnY}_3]^-$, $[\mu^2\text{-SnY}_2]^-$ oder $[\mu^3\text{-SnY}]^-$ mit Y bei jedem Auftreten gleich oder verschieden F, Cl, Br, I, Aryloxy, Alkoxy, Aryl, Heteroaryl oder Alkyl, bevorzugt Cl, Br, Alkyl oder Aryl.

7. Elektronische Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eines der Übergangsmetalle ausgewählt ist aus der Gruppe, die besteht aus Zr, Hf, Nb, Ta, Mo, W, Re, Ru, Os, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au und Zn, bevorzugt Ru, Os, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag und Au.

8. Elektronische Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass, wenn die Übergangsmetallverbindung mehr als ein Übergangsmetall enthält, alle Übergangsmetalle gleich gewählt sind.

9. Elektronische Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Übergangsmetallverbindung ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus: $[(\text{Ph}_3\text{P})_2\text{Au}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2]^{2-}$, $[(\text{Ph}_3\text{P})_2\text{Au}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_3]^{4-}$, $[(\text{Et}_3\text{P})_3\text{Au}_3(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_3]^{3-}$, $[(\text{dppm})_2\text{Au}_4(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4]^{4-}$, $[(\text{Ph}_3\text{P})_2\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2]^{2-}$, $[(\text{Et}_3\text{P})_3\text{Ag}_3(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_3]^{3-}$, $[(\text{Me}_3\text{P})_4\text{Ag}_4(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4]^{4-}$, $[\text{Ag}_4(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_6]^{8-}$, $[\text{Au}(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4]^{5-}$, $[(\text{dppm})_2\text{Au}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{10}(\text{OEt}))_2]^-$, $[(\text{dppm})_2\text{Au}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})]^-$, $[(\text{Ph}_3\text{P})_2\text{Au}(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})]^-$, $[(\text{Ph}_3\text{P})_2\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2]^{2-}$, $[(\text{Ph}_3\text{P})_2\text{Cu}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2]^{2-}$, $[(\text{iPr}_3\text{P})_2\text{Cu}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2]^{2-}$, $[(\text{Me}_3\text{P})_4\text{Cu}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2]^{2-}$, $[\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2(\text{PMe}_3)_4]^{2-}$, $[\text{Ag}_4(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4(\text{Pyridin})_4]^{4-}$, $[\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2(\text{Bipy})_2]^{2-}$, $[\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2(\text{Phenanthrolin})_2]^{2-}$, $[\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2(\text{MeBipy})_2]^{2-}$, $[\text{Au}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4]^{4-}$, $[\text{Ag}(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_3]^{5-}$, $[\text{Cu}(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_3(\text{CH}_3\text{CN})]^{5-}$, $[\text{Ag}_2(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_2(\text{lprNHC})_2]$, $[\text{Ag}_5(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_6(\text{DPI})_{1.5}]^{7-}$, $[\text{Ag}_4(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4(\text{DPI})_3]^-$ und $[\text{Ag}_4(\text{SnB}_{11}\text{H}_{11})_4(\text{t-BuNC})_4]^{4-}$, wobei die Verbindungen jeweils noch Gegenionen enthalten.

10. Elektronische Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Liganden L gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Kohlenmonoxid, Stickstoffmonoxid, Alkylcyaniden, Arylcyaniden, Alkylisocyaniden, Arylisocyaniden, Aminen, Phosphinen, Phosphiten, Arsinen, Stibinen, stickstoffhaltigen Heterocyclen, Hydrid, Deuterid, den Halogeniden F^- , Cl^- , Br^- und I^- , Alkylacetylid, Arylacetylid, Cyanid, Cyanat, Isocyanat, Thiocyanat, Isothiocya-

nat, aliphatischen oder aromatischen Alkoholaten, aliphatischen oder aromatischen Thioalkoholaten, Amiden, Carboxylaten und Arylgruppen.

11. Elektronische Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass es sich um eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung handelt und die Übergangsmetallverbindung in einer emittierenden Schicht enthalten ist.

12. Organischen Elektrolumineszenzvorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Übergangsmetallverbindung in Kombination mit einem Matrixmaterial eingesetzt wird, wobei das Matrixmaterial ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Ketonen, Phosphinoxiden, Sulfoxiden, Sulfonen, Triarylaminen, Carbazolderivaten, Indolocarbazolderivaten, Indenocarbazolderivaten, Azacarbazolen, bipolaren Matrixmaterialien, Azaborolen, Boronestern, Diazasilolderivaten, Diazaphospholderivaten, Triazinderivaten, Zinkkomplexen, Dibenzofuranderivaten und verbrückten Carbazolderivaten.

13. Elektronische Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Übergangsmetallkomplex ein Komplex gemäß einer der Formeln $L'Pt(„Sn”)L$, $(L')_2Ir(„Sn”)L$, $L'Pt(„Sn”)_2PtL'$ oder $(L')_2Ir(„Sn”)_2Ir(L')_2$ ist, wobei „Sn” für einen Zinn-haltigen Liganden steht, insbesondere für ein Hetero-closo-dodecaborat, L für einen monodentaten Liganden steht und L' für einen bidentaten monoanionischen Liganden steht, welcher mit dem Metall einen cyclometallierten Fünfring oder Sechsring mit mindestens einer Metall-Kohlenstoff-Bindung bildet.

14. Verbindung gemäß einer der Formeln $L'Pt(„Sn”)L$, $(L')_2Ir(„Sn”)L$, $L'Pt(„Sn”)_2PtL'$ oder $(L')_2Ir(„Sn”)_2Ir(L')_2$ ist, wobei „Sn” für einen Zinn-haltigen Liganden steht, insbesondere für ein Hetero-closo-dodecaborat, L für einen monodentaten Liganden steht und L' für einen bidentaten monoanionischen Liganden steht, welcher mit dem Metall einen cyclometallierten Fünfring oder Sechsring mit mindestens einer Metall-Kohlenstoff-Bindung bildet.

15. Verfahren zur Herstellung einer elektronischen Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Schicht mit einem Sublimationsverfahren aufgebracht wird oder dass mindestens eine Schicht mit dem OVPD-Verfahren oder der Trägergassublimation aufgebracht wird oder dass mindestens eine Schicht aus Lösung oder durch ein Druckverfahren aufgebracht wird.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen