Belinda Maria Berns (Autor)

Elektrochrome Polyiminoarylene mit Carbazol- und Oligoanilingruppen in Haupt- und Seitenkette

https://cuvillier.de/de/shop/publications/508

Copyright:
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: https://cuvillier.de

1. Einleitung

Polymere Werkstoffe sind aus dem alltäglichen Leben nicht mehr wegzudenken. Ihre Verwendungsmöglichkeiten sind breit gefächert, und sie sind in allen denkbaren Bereichen zu finden. Seit der Entdeckung der Leitfähigkeit von Polyacetylen im Jahre 1977[1] hat sich ein schnell wachsendes Gebiet der Plastik-Elektronik entwickelt. Die bis dahin als Isolatormaterialien bekannten Polymere wurden durch Dotierung als aktive Substanzen für Elektronikanwendungen attraktiv. Die zukünftigen Anwendungen im Bereich von flexiblen, elastischen und faltbaren leistungsstarken elektronischen Displays setzen niedrige Produktionskosten, eine gute Verarbeitbarkeit auf großen Flächen und eine gute mechanische Toleranz voraus. Eine wichtige Frage ist, wie organische Elektronikbauteile die Effizienz der anorganischen Bauteile erreichen. Sollen sie die bereits bestehenden Systeme ergänzen oder vollständig ersetzen? Abbildung 1.1 zeigt zwei bereits realisierte Anwendungen von elektrochromen Bauteilen anorganischer Natur. Links ist die Anwendung als Blendschutz bei Autorückspiegeln dargestellt. Bei Fenstern (rechts) ist der Einsatz als Hitze-, Blend- und Sichtschutz und die Möglichkeit der graduellen Abdunklung vorhanden.

Abb. 1.1: Automatisch abblendbare Autorückspiegel (links), Schaltsequenz eines elektrochromen Fensters (rechts).[2]

Für mobile Anwendungen müssen wichtige Kriterien wie die Helligkeit, Dicke und niedrige Betriebsspannung erfüllt sein. Sie sollen präzise durch Drucken, Prägen/Stempeln, Aufsprühen oder Rotationsbeschichten („spin coating“) in vordefinierten Mustern herstellbar sein. Polymere Materialien bieten eine preisgünstige Alternative zu den konventionellen anorganischen Materialien. Sie sollen eine Verarbeitung aus Lösung ermöglichen, eine stabile Schaltbarkeit der Farbe sowie eine hohe Ladungsträgerbeweglichkeit aufweisen. In diesem Zusammenhang sind π-konjugierte organische Polymere für das Gebiet der Plastik-Elektronik attraktiv, die ein geringes Gewicht, eine mechanische Flexibilität, eine Feinabstimmung optischer Eigenschaften über Strukturmodifikation und eine kostensparende Herstellung in sich vereinen. Polymere Halbleitermaterialien versprechen eine breitgefächerte Anwendung in Dünn-Schicht-Transistoren (OTFT’s)[3,4], Photovoltaischen Zellen[5,6], Sensoren[7], Speicherme-

dien[8,9] und organischen lichtemittierenden Dioden (OLEDs)[10]. Aus allen möglichen Anwendungen sind es die lichtemittierenden und elektrochromen Bauteile, die eine genaue Steuerung der Farbe bezüglich Absorption, Kontrast und Helligkeit erfordern. Neben ansprechenden Farbmustern wird von Displays erwartet, dass sie emittierende und absorbierende Chromophore enthalten, die auf Basis der RGB-Farben das ganze Farbspektrum abdecken können. Sowohl in lichtemittierenden als auch in elektrochromen Technologien werden die optischen Eigenschaften durch Strukturmodifikation auf die jeweiligen Anforderungen abgestimmt (=> Feintuning). Durch die Kombination von hohen Kontrasten, schnellen Schaltzeiten und engem Potentialfenster sowie der Perspektive einer optischen Langzeitstabilität sind verarbeitbare elektrochrome Polymere von großer Bedeutung in der Entwicklung neuer elektrochromer Bauteile. Der variable Einsatzbereich von elektrochromen Polymeren reicht von Fenstern und Brillen („smart windows/sunglasses“)[11], e-Paper und e-Books[12], Sichtschutzbauteilen, lichtdurchlässigen und reflektierenden Displays[13], abblendbaren Spiegeln, optischen Speichermedien bis hin zum Einsatz als intelligente Textilien beim Militär als Tarnung („Camouflage“)[14,15,16]. Die leicht zugänglichen elektrochromen Polymere sind nur noch einen Schritt von der praktischen Anwendung und Kommerzialisierung entfernt. Zahlreiche Prototypen bestehen bereits. Abbildung 1.2 zeigt drei zukünftig realisierbare Anwendungen elektrochromer Polymere.

Abb. 1.2: Anwendungsmöglichkeiten elektrochromer Bauteile: links: e-Paper bzw. e-Book[12], Mitte: Anwendung in Displays[13], rechts: Prototyp einer intelligenten Sonnenbrille (smart sunglasses), a) dunkel getönt, b) vollständig transparent[11].

Bis heute wird umfangreich auf dem Gebiet der elektrochromen Materialien geforscht und es gibt viele Publikationen.[17] Im Jahre 2000 wurden die Pioniere MacDiarmid, Shirakawa und Heeger für ihre Arbeit auf dem Gebiet elektrisch leitfähiger Polymere mit dem Nobelpreis ausgezeichnet. Die aktuelle Forschung basiert auf der Herstellung neuer kontrastreicher Systeme mit dem Schwerpunkt auf der Erweiterung der Farbpalette und auf Optimierung der Langzeitstabilität.

Bislang sind nur wenige Systeme basierend auf Polyiminoarylenen bekannt, bei denen Anilin-, Oligoanilin oder Carbazolgruppen als chromophore Einheiten eingesetzt wurden.[18-21]

Der Bedarf an elektrochromen Materialien mit Farbwechseln von transparent nach grün, blau oder dunkelblau ist noch lange nicht gedeckt. Polyiminoarylene zeichnen sich durch eine leichte und kostengünstige Herstellbarkeit aus. Aufgrund der leichten Oxidierbarkeit des Stickstoffs in der Hauptkette weisen sie niedrige Oxidationspotentiale auf. Durch geeignete Wahl der Comonomere sind ausgedehnte elektronenreiche π-konjugierte Systeme möglich. Die Herstellung neuer elektrochromer Polyiminoarylene mit Carbazol- und Oligoanilingruppen in Haupt- und Seitenkette ist daher von Interesse. Thema der vorliegenden Arbeit ist daher, elektrochrome Polyiminoarylene über die Buchwald-Hartwig-Polykondensation herzustellen. Die Charakterisierung der Polymere erfolgt über Standardmethoden wie ^{1}H-NMR-, IR-, und UV/Vis-Spektroskopie. Cyclovoltammetrische und spektroelektrochemische Methoden dienen der Untersuchung der elektrochromen Eigenschaften der Polymerfilme. Abschließend wird die Eignung der hergestellten Polyiminoarylene für eine technische Anwendung diskutiert.