



ZUSAMMENFASSUNG

Da die Größe von elektronischen Komponenten heute die Grenze der konventionellen Methoden erreicht, werden neue technische Lösungen in Betracht gezogen. Eine dieser Lösungen ist die organische Spintronics: Eine kostengünstige, bedruckbare und flexible Alternative, die die Verwendung des Spins des Elektrons zusätzlich zu seiner Ausbreitung erlaubt. Spin-crossover (SCO) Moleküle, wie $\text{Fe}(\text{phen})_2(\text{NCS})_2$ (Fe-Phen) und $\text{Fe}-\{[3,5\text{-dimethylpyrazolyl}]_3\text{BH}\}_2$ (Fe-pyrz), sind dafür besonders viel versprechend. Tatsächlich sind sie metallorganische Komplexe, die einen Übergang zwischen einem Low-Spin-Zustand (LS) mit $S = 0$ und einem High-Spin-Zustand (HS) mit $S = 2$ haben, wenn ein externer Stimulus, wie Temperatur, auf sie angewendet wird.

Wir haben isolierte Moleküle, dünne und dicke Schichten von Fe-phen und Fe-pyrz auf Substraten aus amorphem Silizium und Eiskristallen aus zwei Übergangsmetallen, Cu (100) und Co (100) abgelegt. Dann haben wir die Eigenschaften solcher Systeme mit einer breiten Palette von Analysetechniken studiert, einschließlich Spektroskopie aus Röntgenabsorption (XAS).

Wir haben bestätigt, dass dieser letztgenannte Effekt nicht neutral war: Unter 60K regt die Röntgen-Beleuchtung ein LS Molekül in einem HS metastabilen Zustand an. Wir haben diese Wirkung, der so genannte Trapping angeregten Spinzustand mit X-ray induziert (SOXIESST) mit dem Licht induzierten Effekt (LIESST) verglichen, und haben daraus geschlossen, dass beide ähnlich waren, außer dass die SOXIESST nicht resonant ist. Die SOXIESST Amplitude hängt von der einfallenden Strahlstruktur und deren Intensität ab. Die Zustände der Ladungsübertragung im Metall-Ligand scheinen wesentlich für die Effizienz der Wirkung zu sein; wir vermuten, dass die Kooperativität auch eine Rolle spielt.

Die Ergebnisse auf dünnen Folien zeigen, dass die beiden Spinzustände auf den Metalloberflächen koexistieren. Wir beobachten, dass wenn die Dicke abnimmt, a) die Kooperativität des thermischen SCO abnimmt und b) die Temperatur des thermischen SCO verändert ist, für Fe-Pyrz auf Silizium reduziert, aber für Fe-phen erhöht. Für ultra-dünne Schichten von Fe-phen auf Substrate aus Übergangsmetallen, quantifizieren wir die erste Eigenschaft mit einem phänomenologischen Modell, das ein Kooperativitätselement umfasst. An der Schnittstelle beobachten wir ein Gebiet wo die Moleküle "gepinnt" sind, das heißt, dass ihre Spin-Zustände (HS oder LS) durch ein elektrisches Feld, Strom, SOXIESST oder LIESST Effekt nicht geändert werden können. In diesem Gebiet, zumindest auf Übergangsmetallen mit ähnlichen kristallographischen Parametern, scheint der HS Anteil nur von der Molekül-Abdeckung abzuhängen, aber nicht von der Art des Substrats oder des SCO-Moleküls. Über 2-Monoschichten (ML) schwächt sich der direkte Einfluss des Substrats ab, und wir beobachten ein Übergangsbereich, wo ein Teil der Probe temperatur- und röntgenstrahlenabhängig ist, auch wenn die Kooperativität verringert ist. Über 4 ML hat die Probe ein "Dünnschicht" Gebiet, wo die von dem thermodynamischen Modell abgezogenen Parameter "Dünnschicht" Werte erreichen, etwa 44% (Cu) 49% (CO) der ΔH Massiv und 29% (Cu) 41% (Co) der ΔS Massiv. Nachfolgende Schichten haben immer einen wichtigen "gepinnten" Teil. Der Spinübergang ist jedoch steiler, wenn die Dicke zunimmt.

Wir haben isolierte Fe-phen Moleküle auf einer Cu (100) Oberfläche mit 4K STM beobachtet. Sie sind entweder in LS oder HS-Zustand, und unsere Versuche, ihre Zustände durch Anlegen einer Spannung an der Spitze zu verändern sind gescheitert. Wir können aber die SCO durch die Einführung einer Passivierungsschicht CuN wiederbekommen. Isolierte Fe-phen Moleküle auf Cu (100) // CuN können dann auf eine reproduzierbare Weise zwischen dem HS-Zustand und dem LS Zustand elektrisch "geswitcht" werden, und können also einen monomolekularen Speicher bilden. Vorläufige Ergebnisse von elektrischen Messungen auf vertikale Dispositive Au / Fe-phen Film / Au zeigen zwei Hauptmerkmale auf: Ein Widerstand Fallen bis zu 23K, das von der Richtung der Temperaturänderung und des angelegten Magnetfeldes abhängig ist, und ein "Diode"-Effekt bei einer mit SCO kompatiblen Temperatur, der aus einen Widerstand Peak von 2 bis 3 Größenordnungen besteht, wenn eine negative Spannung im Vergleich zu einer positiven Spannung mit gleicher Amplitude gemessen ist. Die Temperatur dieses Peaks hängt von der Richtung der Temperaturänderung, von dem angelegten Magnetfeld und von der Spannung ab. Die relative Peak-Intensität nimmt ab, wenn die Temperatur die Spitzentemperatur des thermischen Massenübergangs erreicht. Dementsprechend glauben wir, dass dieser Peak auf einer Zunahme der Unordnung in der vom Strom induzierten SCO zurückzuführen sein kann.

Diese Ergebnisse sind die ersten Schritte für die Bildung und das Verständnis von einem durch elektrische Stimuli induzierten SCO technischen Gerät.