

## Dexter BarrierMax 1 Parylene Coating (Parylene C coating for NdFeB magnets)

Dexter BarrierMax 1 Parylenbeschichtung (Parylen C-Beschichtung für NdFeB-Magnete)

### **Summary**

Zusammenfassung

Biocompatible coatings are a critical in the medical device world, especially in implantable applications. Dexter Magnetic Technologies (Dexter) has developed its own process for coating NdFeB magnets with BarrierMax 1 Parylene C, which provides superior performance. Parylene C is a thin, pin-hole free, conformal coating that has ideal barrier and corrosion resistant properties required for medical applications.

Biokompatible Beschichtungen sind in der Welt der Medizinprodukte von entscheidender Bedeutung, insbesondere bei implantierbaren Anwendungen. Dexter Magnetic Technologies (Dexter) hat ein eigenes Verfahren zur Beschichtung von NdFeB-Magneten mit BarrierMax 1 Parylene C entwickelt, das eine überlegene Leistung bietet. Parylene C ist eine dünne, lochfreie, konforme Beschichtung mit idealen Barriere- und Korrosionsbeständigkeitseigenschaften, die für medizinische Anwendungen erforderlich sind.

### **Permanent Magnet Basics and the Effects of Corrosion**

Permanentmagnet-Grundlagen und die Auswirkungen von Korrosion

There are four main kinds of rare earth permanent magnet materials: Alnico, Hard Ferrite, Samarium Cobalt, and Neodymium Iron Boron. Neodymium magnets are the strongest magnets made to date. They contain Neodymium, Iron, Boron, and small amounts of Dysprosium and Terbium. The mixture and ratios of these elements can alter a magnet's performance properties.

Es gibt vier Hauptarten von Permanentmagnetmaterialien für Seltene Erden: Alnico, Hartferrit, Samarium-Kobalt und Neodym-Eisenbor. Neodym-Magnete sind die stärksten Magnete, die bisher hergestellt wurden. Sie enthalten Neodym, Eisen, Bor und geringe Mengen Dysprosium und Terbium. Die Mischung und die Verhältnisse dieser Elemente können die Leistungseigenschaften eines Magneten verändern.

For strong Neodymium magnets, the material is created through a sintering process. Simply, this process means powdered elements are pressed together in the presence of a magnetic field to align the magnetic orientation. This block is then sintered and aged to create a final magnetic material. However, because this material is pressed from a powder, the final form is porous, which can be detrimental due to corrosion.

Bei starken Neodym-Magneten wird das Material durch einen Sinterprozess erzeugt. Dieser Prozess bedeutet einfach, dass pulverförmige Elemente in Gegenwart eines Magnetfelds zusammengedrückt werden, um die magnetische Ausrichtung auszurichten. Dieser Block wird dann gesintert und gealtert, um ein endgültiges magnetisches Material zu erzeugen. Da dieses Material jedoch aus einem Pulver gepresst wird, ist die endgültige Form porös, was aufgrund von Korrosion nachteilig sein kann.

Corrosion not only breaks down the material, but also can drastically affect performance when the magnets are small. For medical applications, magnetic materials are not biocompatible, and with corrosion, they must be contained in some way to prevent them from being absorbed by the body. Some devices will encapsulate the magnet entirely, while in other cases the magnet is coated with biocompatible metals such as gold. In this case, with the magnet material being porous, it makes coating difficult. Moreover, being porous, it's much easier for cracks to propagate through the material either from the surface or internally.

Bei kleinen Magneten zerstört Korrosion nicht nur das Material, sondern kann auch die Leistung drastisch beeinträchtigen. Magnetische Materialien sind für medizinische Anwendungen nicht biokompatibel. Um zu verhindern, dass sie durch Korrosion vom Körper absorbiert werden müssen die Magnete in irgendeiner Form eingefasst sein. Einige Geräte kapseln den Magneten vollständig ein, während der Magnet in anderen Fällen mit biokompatiblen Metallen wie Gold beschichtet ist. Da das magnetische Material porös ist, macht es in diesem Fall die Beschichtung schwierig. Da es porös ist, können sich Risse viel leichter von der Oberfläche oder von innen durch das Material ausbreiten.

## **Parylene Basics**

### Parylene-Grundlagen

Parylene is a chemical vapor deposited polymer that was developed and commercialized in the 1960s and 1970s by Union Carbide (source: SCS). It has a long history in the medical device world being used as a protective, biocompatible coating. It is a transparent, pin-hole free coating that coats very thinly and provides coverage on any surface's features.

Parylen ist ein chemisch aufgedampftes Polymer, das in den 1960er und 1970er Jahren von Union Carbide (Quelle: SCS) entwickelt und vermarktet wurde. Es hat eine lange Geschichte in der Welt der Medizinprodukte und wird als schützende, biokompatible Beschichtung verwendet. Es handelt sich um eine transparente, lochfreie Beschichtung, die sehr dünn aufgetragen wird und alle Oberflächen abdeckt.

Parylene N and Parylene C dominate the Parylene market. Parylene N is the basic member of the Parylene polymer series and Parylene C was the second commercially available member. It is produced from the same monomer and modified with the substitution of a chlorine atom for two of the aromatic hydrogens. It is useful in the medical device world since it is a biostable, biocompatible coating with excellent barrier properties. (source: SCS)

Parylene N und Parylene C dominieren den Parylene-Markt. Parylene N ist das Grundelement der Parylene-Polymer-Reihe und Parylene C war das zweite im Handel erhältliche Element. Es wird aus demselben Monomer hergestellt und durch Substitution eines Chloratoms für zwei der aromatischen Wasserstoffatome modifiziert. Es ist in der Welt der medizinischen Geräte nützlich, da es eine biostabile, biokompatible Beschichtung mit hervorragenden Barriereigenschaften ist. (Quelle: SCS)

## The Dexter Coating Process

### Der Dexter-Beschichtungsprozess

Prior to coating, the magnets are subjected to a thorough pre-coat preparation process. First, the magnets are thoroughly cleaned. Then the magnets go through an adhesion promotion process. Finally, the magnets are mounted and loaded into the coating chamber.

Vor dem Beschichten werden die Magnete einem gründlichen Vorbeschichtungsprozess unterzogen. Zunächst werden die Magnete gründlich gereinigt. Dann durchlaufen die Magnete einen Adhäsionsförderungsprozess. Schließlich werden die Magnete montiert und in die Beschichtungskammer geladen.

The coating process is comprised of three stages: sublimation, pyrolysis, and deposition. The coating process begins with raw material (dimer) being heated under vacuum and vaporizing at approximately 150°C into a dimeric gas (See I. Sublimation below). The dimeric gas is then pyrolyzed (thermally decomposed at an elevated temperature in an inert atmosphere) at a temperature of 650°C to a monomer gas (See II. Pyrolysis below). Then, finally, in the room temperature deposition chamber, the monomer gas deposits under vacuum of about 0.1 Torr on all surfaces as a thin, transparent polymer film (See III. Deposition below). (source: SCS)

Der Beschichtungsprozess besteht aus drei Stufen: Sublimation, Pyrolyse und Abscheidung. Der Beschichtungsprozess beginnt damit, dass das Rohmaterial (Dimer) unter Vakuum erhitzt und bei ungefähr 150 ° C zu einem dimeren Gas verdampft wird (siehe I. Sublimation unten). Das dimere Gas wird dann bei einer Temperatur von 650 ° C zu einem Monomergas pyrolysiert (bei erhöhter Temperatur in einer inerten Atmosphäre thermisch zersetzt) (siehe II. Pyrolyse unten). Schließlich lagert sich in der Abscheidungskammer bei Raumtemperatur das Monomergas unter einem Vakuum von etwa 0,1 Torr auf allen Oberflächen als dünner, transparenter Polymerfilm ab (siehe III. Abscheidung unten). (Quelle: SCS)

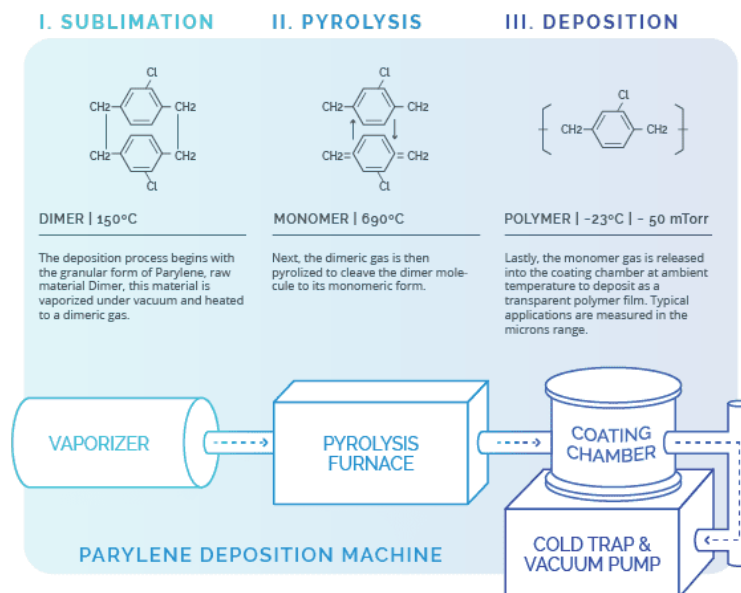


Image Source: <https://vsiparylene.com/parylene-advantages/process/#1549224059818-c1c942ca-316e%23>

NOTE: I wouldn't use this exact image – just a suggestion to portray the process. This comes directly from the website of one of our suppliers.

## Conclusion

### Fazit

*Dexter began developing its in house BarrierMax 1 Parylene C coating process in 2018 and tailored its formulation to optimize performance on NdFeB magnets. Process variables were systematically tested and adjusted through a series of rigorous accelerated life and adhesion tests which included:*

Dexter begann 2018 mit der Entwicklung seines eigenen BarrierMax 1 Parylene C-Beschichtungsverfahrens und passte seine Formel an, um die Leistung von NdFeB-Magneten zu optimieren. Prozessvariablen wurden systematisch getestet und durch eine Reihe strenger beschleunigter Lebensdauer- und Adhäsionstests angepasst, darunter:

- Cut and lift testing
- Salt spray per ASTM B117
- Elevated temperature Saline bath submersion
- Highly accelerated temperature and humidity stress test (HAST)
  - • Schneiden und Heben Test
  - • Salznebel gemäß ASTM B117
  - • Eintauchen in Salzbad mit erhöhter Temperatur
  - • Hochbeschleunigter Temperatur- und Feuchtigkeitsstresstest (HAST)

Dexter's BarrierMax 1 has been successfully deposited onto a Class 3 implantable end user's product and met the device's durability and biocompatibility requirements in accordance with ISO 10933-5. The device manufacturer has progressed through 510(k) submission for BarrierMax 1 coating as a second source and is expecting FDA approval by Q2-2020.

Dexters BarrierMax 1 wurde erfolgreich auf einem implantierbaren Endbenutzerprodukt der Klasse 3 aufgebracht und erfüllte die Anforderungen an Haltbarkeit und Biokompatibilität des Geräts gemäß ISO 10933-5. Der Gerätehersteller hat die Einreichung von 510 (k) für die BarrierMax 1-Beschichtung als zweite Quelle durchlaufen und erwartet die FDA-Zulassung bis zum 2. Quartal 2020.

*Dexter continues to advance its technology and leverage customer needs based on what the end user is striving to achieve. Whatever your needs, Dexter can produce the highest quality Parylene C coating for your implantable applications with BarrierMax 1.*

*Dexter entwickelt seine Technologie weiter und nutzt die Kundenbedürfnisse basierend auf dem, was der Endbenutzer erreichen möchte. Unabhängig von Ihren Anforderungen kann Dexter mit BarrierMax 1 die hochwertigste Parylene C-Beschichtung für Ihre implantierbaren Anwendungen herstellen.*