

POLYMERFOLIEN MIT ANTIREFLEXEIGENSCHAFTEN DURCH PLASMAÄTZEN – POLAR

PLASTIC WEB WITH ANTIREFLECTIVE PROPERTIES BY PLASMA ETCHING – POLAR

Im innovativen Netzwerk POLAR /1/ entwickeln mehrere Firmen gemeinsam mit zwei Fraunhofer-Instituten und der TU Dresden eine neue Technologie zur Entspiegelung von Kunststofffolien. Für solche Folien gibt es eine breite Palette von Anwendungen in technisch hochwertigen Produkten. Diese reichen von Schutzverkapselungen von Arzneimitteln und elektronischen Gütern über dekorative Elemente bis hin zur Realisierung von komplexen Funktionen in Displays oder Solarzellen.

In vielen Fällen müssen die optischen Eigenschaften der Folie so modifiziert werden, dass Reflexionen vermindert werden und die Lichtdurchlässigkeit ansteigt. Wegen der unterschiedlichen Brechzahl von Kunststoffen und Luft wird das Licht bei transparenten Folien z. B. aus PET etwa zu 12 % reflektiert, ein Wert höher als bei Glas. Typische Anwendungsfelder für entspiegelte Folien sind hochtransparente Flächen von Vitrinen und Schau-fenstern, großflächige optische Elemente für Projektionsgeräte (Abb. 1) und Fahrzeugteile. Daneben sind z. B. für Sportbrillen, Windschutzscheiben und Displays Oberflächen interessant, die sowohl reflexmindernd ausgerüstet als auch beschlagfrei sind.

The innovative project network POLAR /1/ was formed by several companies, two Fraunhofer Institutes and an institute at the TU Dresden. The aim of the project is the development of a new technology to provide polymeric web with antireflective properties. Web material is useful for many applications, including the protection of drugs and electronic goods, for decorative elements, displays and solar cells. For optical applications, the reflection on the surfaces should be reduced to achieve a maximum light transmission. Typical foil material (PET) reflects about 12 % of the incident light because of its relatively high refractive index. Applications for web with antireflective properties include high-transparent areas of display cases and show windows and for example screens (Fig. 1). Combinations of antireflection and antifogging properties are especially interesting for sports glasses, windshields and diverse display applications.

1 Entspiegelte Elemente werden auch in 3D-Bildschirmen verwendet
© SeeReal Technologies GmbH.

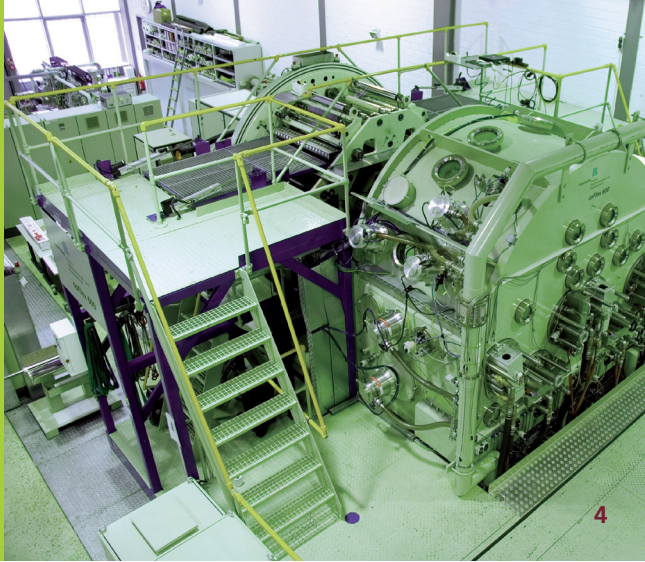
1 Antireflective components are used for 3D display technology
© SeeReal Technologies GmbH.

Im Projekt POLAR soll die Entspiegelung verschiedener Folien durch kontrollierten Abtrag der Oberfläche erreicht werden. Basierend auf dem patentierten AR-plas®-Prozess des Fraunhofer IOF /2/ werden die Kunststoffe speziellen Plasma-behandlungen ausgesetzt, in deren Folge an der Oberfläche statistisch verteilte Nanostrukturen entstehen. Die wissenschaftliche Zielstellung des Teilprojekts umfasst die Erforschung der Wechselwirkungen der verschiedenen Plasmabestandteile mit den Polymeroberflächen, die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Dicke und Art von Vorbeschichtungen und den danach durch Ätzen erreichbaren Strukturen sowie die Untersuchung verschiedener Möglichkeiten zur Realisierung von Antibeschlageigenschaften einerseits und von superhydrophoben Eigenschaften andererseits durch die Übersichtung der Strukturen sowie durch Adsorption hydrophiler und hydrophober Chemikalien. Die erreichten Ergebnisse werden an einer Rolle-zu-Rolle-Anlage demonstriert. Die Verfahrensoptimierung und die technologische und wirtschaftliche Bewertung erfolgt für verschiedene Folienmaterialien, wobei die technologischen Zielsetzungen der Industriepartner starke Beachtung finden.

Am Fraunhofer IOF wurde bereits die Strukturierbarkeit von PET (Typ Melinex™), TAC (Firma Island Polymers GmbH) und dem hydrophoben Material NOWOFLON grundlegend untersucht. Für alle Materialien konnte ein Abtrag im Plasma prinzipiell nachgewiesen werden. Durch das Abscheiden dünner Schichten vor dem Ätzen konnte das Entstehen von Nanostrukturen mit entspiegelnder Wirkung initiiert werden. Sowohl die Ionenquelle APS als auch die HF-Ätzstation einer Magnetron-Sputteranlage erwiesen sich in bestimmten Prozessfenstern als geeignet für die Strukturierung. Abbildung 2 zeigt rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen von PET-Folien mit verschiedenen Antireflexstrukturierungen. Die dazugehörigen Transmissionsspektren sind in Abb. 3 dargestellt.

The aim of the network project POLAR is the controlled etching of web materials to achieve an antireflective nanostructure. The process is based on a patented technology of the Fraunhofer IOF /2/. Special plasma parameters have to be applied to initiate the self-organized growth of suitable nanostructures. The basic research of the project comprises investigations of the interactions between plasma and web surfaces and the control of structure growth by thin layer deposition before etching. Hydrophilic or super-hydrophobic properties of the treated web shall be achieved by coating the structured surfaces with special chemicals. Optimal process chains will be implemented in a web coating plant to realize a roll-to-roll movement with high rate. The technology optimization will be carried out for different web materials taking into account technological and economical aspects and the special applications of the companies taking part in the project.

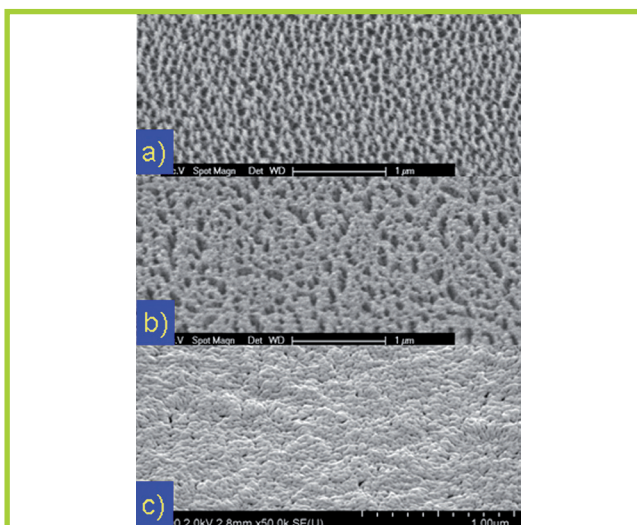
A basic investigation of the etching behavior of PET (Typ Melinex™), TAC (Firma Island Polymers GmbH) and the hydrophobic material NOWOFLON was already completed at Fraunhofer IOF. For all materials, an ablation effect combined with a structure formation was found. Antireflective effects were achieved mainly by depositing thin initial layers followed by etching. Both investigated plasma sources, the ion source APS and the HF-etching station of a magnetron sputter coater, were proved to be suitable. Figure 2 shows scanning electron micrographs of the different antireflective structures on PET. The transmission spectra belonging to these surfaces are shown in Fig. 3.



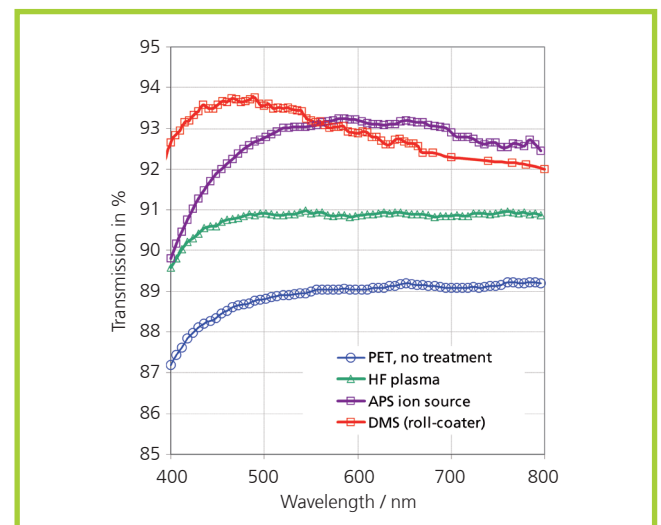
Erste Versuche zur Übertragung des am IOF entwickelten Ätzverfahrens erfolgten am Fraunhofer FEP an der Bandbeschichtungsanlage coFlex® 600 (Abb. 4, 5). Die prozessierbare Folienbreite beträgt hier bereits 600 mm. Mögliche Ionenquellen zur Realisierung des Ätzabtrags sind eine lineare Ionenquelle oder eines oder mehrere der sechs Doppelmagnetronsysteme, die in den Prozesskammern installiert sind. Für beide Ätzsysteme konnten bereits für die Entspiegelung geeignete Parameterfenster gefunden werden. Besonders erfolgversprechend auch im Hinblick auf eine hohe Bandlaufgeschwindigkeit sind die mit der Magnetronanordnung erreichten Ergebnisse (Abb. 2, 3). Damit ist eine deutliche Erhöhung der Produktivität absehbar. Gegenstand der weiteren Arbeiten sind Fragestellungen zur Langzeitstabilität des Strukturierungsprozesses, zur mechanischen Beständigkeit der Strukturen sowie zur hydrophilen und hydrophoben Ausstattung der Oberflächen.

A first attempt to transfer the processes to a roll-coating technique was successfully carried out at the Fraunhofer FEP with a coFlex® 600 web coating plant, a linear ion source (LIS, Advanced Energy) and one of the six existing double magnetron systems (DMS) in the process chamber (Fig. 4, 5). Both systems showed good results. But in particular, an arrangement of double magnetrons (DMS) is promising for the attainment of high speed in the roll-to-roll process. The next investigations will be focused on the stability of the roll-coater process over a longer time, the mechanical stability of the structured surfaces and on hydrophilic und hydrophobic surface treatments.

4 Bandanlage für die Rolle-zu-Rolle-Beschichtung von Folien © Fraunhofer FEP. / Web coating plant for the roll-to-roll coating of plastic films © Fraunhofer FEP.



2 REM-Aufnahmen von PET-Folie nach Behandlung im Plasma: APS (a), HF (b) und DMS (c). / SEM images of PET-foil after plasma treatment: APS (a), HF (b) and DMS (c).



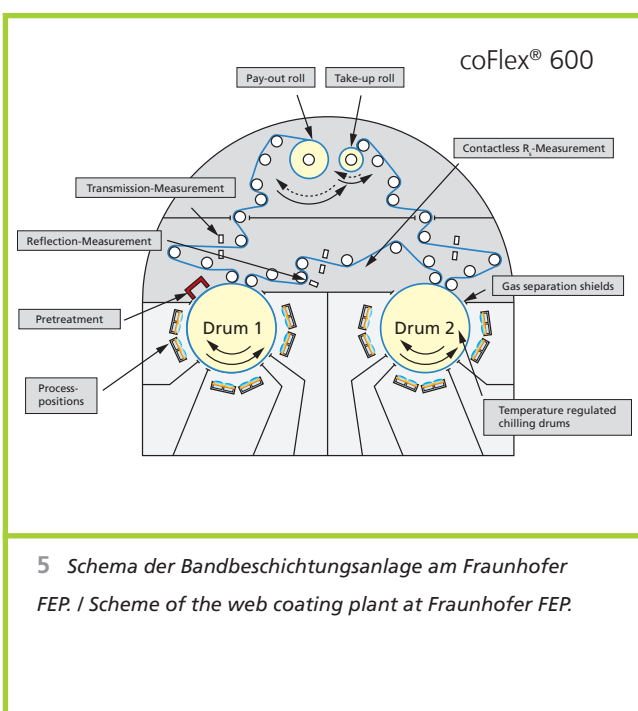
3 Transmissionsspektren von PET, unbehandelt und nach verschiedenen Ätzprozessen (Rückseite jeweils unbehandelt). / PET transmission spectra, untreated and after various etching processes (rear untreated in each case).

Literatur/References

/1/ Projekt POLAR im Programm »Förderung von innovativen Netzwerken« (InnoNet) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi), FKZ 16IN0723.

Partner: Fraunhofer FEP, Fraunhofer IOF, Institut für Festkörperelektronik TU Dresden, Roth&Rau AG, Southwall Europe GmbH, NOWOFOL Kunststoffprodukte GmbH&Co. KG, SeeReal Technology GmbH, Island Polymer Industries GmbH, Rodenstock GmbH, Leica Microsystems CMS GmbH, Johnson Controls GmbH.

/2/ DE10241708, DE102006056578A1, WO04092789A1.



AUTHORS

Ulrike Schulz
Peter Munzert
Norbert Kaiser
Waldemar Schönfelder¹
Matthias Fahland¹
¹Fraunhofer FEP, Dresden

CONTACT

Dr. Ulrike Schulz
Phone +49 3641 807-344
ulrike.schulz@iof.fraunhofer.de