

高密度マイクロ波プラズマによる界面密着新技術

育成研究：JSTイノベーションプラザ東海 平成18年度採択課題
「高密度プラズマ処理によるプラスチック界面密着技術の実用化研究」



代表研究者：中部大学 工学部
電子情報工学科 教授 菅井 秀郎

大面積・高密度マイクロ波プラズマを利用し、タッチパネル用 PET フィルムやフレキシブルプリント基板用の PI フィルムの表面改質を行い、下地層を用いることなくダイレクトに機能性薄膜との強い密着力を得る新技術を開発した。さらに、同マイクロ波プラズマを自動車用の次世代配管（水素燃料等）にも適用し、密着性・ガスバリア性を高める最新技術の開発を進めた。

■ 研究内容、研究成果

- (1) プラスチックフィルムのダイレクト密着技術：フレキシブル電子機器の需要急増にともない、タッチパネル用の PET フィルムと透明導電膜 (ITO) との密着性向上、フレキシブルプリント基板用の PI (ポリイミド) フィルムと銅薄膜との密着性向上が課題となっている。従来、の ITO フィルムにおいては下地層を付加して密着力を改善している。今回、PET フィルムの表面脆弱層が密着性を妨げていることを発見し、これをマイクロ波プラズマによりエッチングすれば下地層なしで 1000 N/m を超える密着力が得られ (図 1)、高密度プラズマにより 10 秒程度の高速度処理が可能な革新技術を開発した (図 2)。のプリント基板の密着性を劣化させる原因は、銅メッキ工程で PI フィルムが水を含浸するためであることを見出した。そこでメッキ後にベーキングすれば、従来の NiCr スパッタの下地層に頼らずに 1000 N/m 程度の密着力が得られることを実証した。また、のフィルム製造工程に適したコンパクトな新型スパッタリングロールコータ装置を開発した。
- (2) 自動車用次世代配管の高密度プラズマプロセス技術：地球温暖化対策として水素燃料電池車等のエコカーが注目されている。しかし、水素燃料等の配管には主に金属配管が用いられており、普及に向け、軽量化が好まれている。そのため、樹脂・ゴム製に換えたいが、水素燃料等は蒸散しやいという問題がある。これを解決するため、蒸散性を抑制するガスバリア膜を、樹脂・ゴム配管に新たに形成する事とし、今回、樹脂配管の方位角方向を均一コーティング (図 4(a)) する高密度マイクロ波プラズマ生成機構を開発すると共に、バリア性等 (図 4(b)) の基本性能向上効果を確認した。

今後の展開、将来の展望

- (1) プラスチックフィルムのダイレクト密着技術の実用化：
タッチパネル製造工程における PET フィルムと透明導電性薄膜とのダイレクト密着技術は、ほぼ完成の域にある。今後、その実用化に向け 2 年程度かけて、密着力向上による実用特性の改善効果を確認し、プラズマ処理とスパッタ処理の連続処理技術を確認して試作機を東洋紡 (株) に設置して試験する。その後デザインレビューを実施し、試験生産・試験販売を開始する。
フレキシブルプリント基板製造工程における PI フィルムと銅薄膜とのダイレクト密着技術の実用化に向けた今後の課題は、ベーキングに代わる方法を創出し高速化をはかることにある。
マイクロ波プラズマ前処理式スパッタリングロールコータ装置の実用化に向けての試作装置設計と並行して、システック (株) では、プラスチックフィルムのダイレクト密着技術のより広範囲な分野への実用化をはかるために、プラズマ処理の専用機の新規実用化共同研究のパートナーの探索もしたい。
- (2) 自動車用次世代配管の高密度プラズマプロセス技術：新開発の高密度マイクロ波プラズマ生成機構は、次世代配管のバリア膜形成ための有望な技術であり、今後更なる高品質化検討及び長時間・連続成膜製法開発を進め、2 年程度で実用化に向けた装置の基本設計を終えたい。その後、東海ゴム工業 (株) の製作所内にパイロットプラントを設置し、実用化検討を進め、目処がつき次第、社内・客先評価を経て、量産準備・少量販売に移りたい。

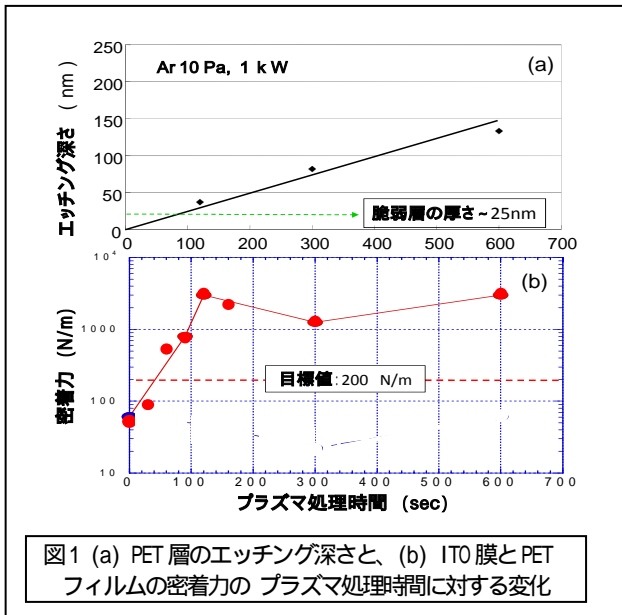


図1 (a) PET層のエッチング深さと、(b) ITO膜とPETフィルムとの密着力のプラズマ処理時間に対する変化

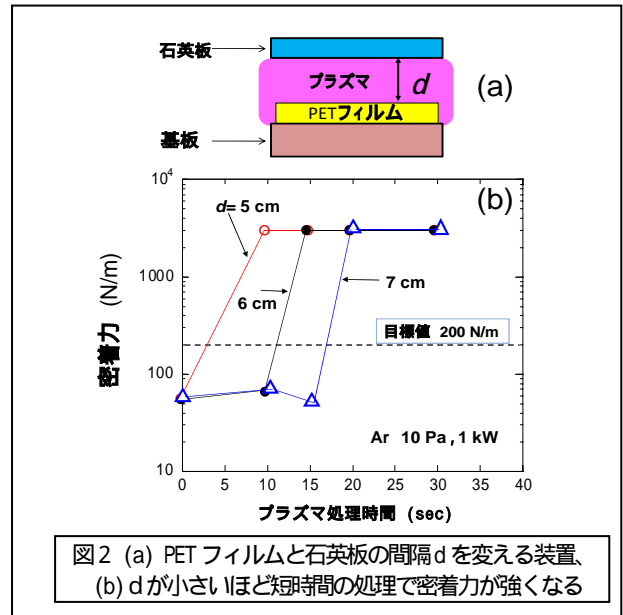


図2 (a) PETフィルムと石英板の間隔 d を変える装置、(b) d が小さいほど短時間の処理で密着力が強くなる

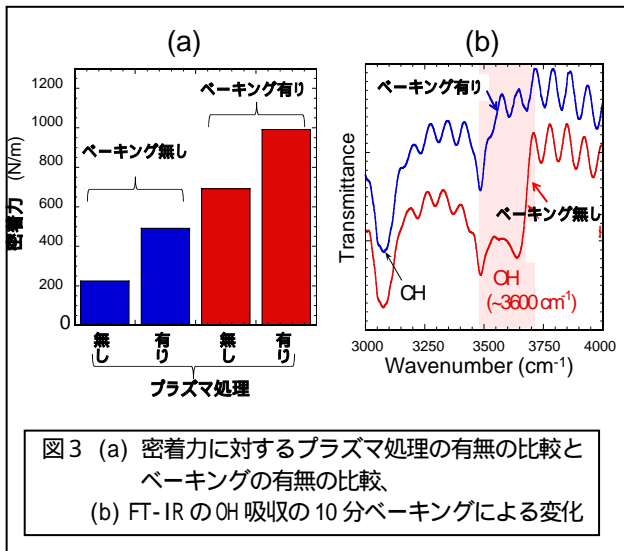


図3 (a) 密着力に対するプラズマ処理の有無の比較とベーキングの有無の比較、(b) FT-IRのOH吸収の10分ベーキングによる変化

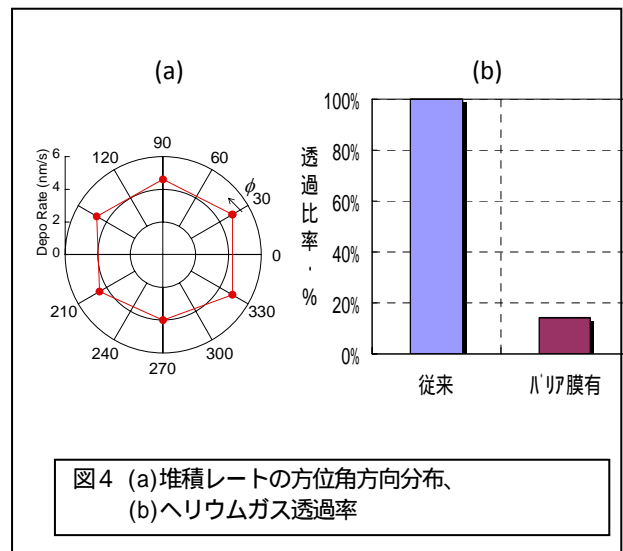


図4 (a)堆積レートの方角角方向分布、(b)ヘリウムガス透過率

■ 研究体制

◆ 代表研究者

中部大学 工学部・電子情報工学科 教授 菅井 秀郎

◆ 研究者

豊田浩孝 (名古屋大学) 石島達夫 (名古屋大学) 伊関清司 (東洋紡績株式会社) 笹井建典 (東海ゴム工業株式会社) 辰己敏実 (システック株式会社) 池澤俊治郎 (中部大学) 中村圭二 (中部大学) 加藤公孝 (JST イノベーションプラザ東海、(財)名古屋産業科学研究所)

◆ 共同研究機関

中部大学、名古屋大学、東洋紡績株式会社、東海ゴム工業株式会社、(独)科学技術振興機構イノベーションプラザ東海、(財)名古屋産業科学研究所

■ 研究期間

平成19年4月 ~ 平成22年3月