

G10.5 Sputtering 装置「SMD3400」の開発

水野雄介^{*1}・磯部辰徳^{*1}・新井真^{*1}・清田淳也^{*1}・齋藤一也^{*1}・大野哲宏^{*2}・久司修平^{*2}・中島利夫^{*2}・
大空弘樹^{*2}・佐藤重光^{*2}

Development of Sputtering system “SMD3400” For G10.5 mother glass

Yuusuke MIZUNO^{*1}, Tatsunori ISOBE^{*1}, Makoto ARAI^{*1}, Junya KIYOTA^{*1}, Kazuya SAITO^{*1}, Tetsuhiro OONO^{*2},
Syuhei KYUUJI^{*2}, Toshio NAKAJIMA^{*2}, Hiroki OOZORA^{*2} and Shigemitsu SATO^{*2}

^{*1}Institute for Super Material, ULVAC, Inc., 2500 Hagisono, Chigasaki, Kanagawa, 253-8543, Japan

^{*2}FPD・PV Division, ULVAC, Inc., 2500 Hagisono, Chigasaki, Kanagawa, 253-8543, Japan

“SMD 3400” is the large-scaled sputtering system, manufactured and developed for use in Generation 10.5 (G10.5), which mother glass size is approximately 3400×3000 mm, for TFT-LCD production line. “SMD 3400” is composed of Loading/Unloading position, Loading/Unloading chamber, heating chamber and 2 sputtering chambers. Planer targets of Cu and ITO are mounted respectively on the sputtering chamber in multi-cathode systems. This sputtering system has improved horizontal wave-formed thickness uniformity problem depends on the cathode arrangement by using new-type deposition method, although conventionally film thickness become thicker right in front of the target and thinner at between the targets. This new-type deposition method has successfully introduced to “SMD2400” so far, which established mass-production technology to improve luminance unevenness in display due to horizontal wave-formed thickness uniformity.

We investigated film thickness uniformity, Rs uniformity, reflectance (for Cu), transmittance (for ITO) and film stress in the Cu and ITO process using “SMD3400”. We obtained film thickness uniformity less than 10% in both process as we expected by the simulation. We confirmed new-type deposition method improve Rs horizontal distribution. And good Rs uniformity, reflectance, transmittance and film stress were obtained at G10.5 substrate area.

1. はじめに

近年、FPD 市場において、液晶 TV に代表される大型パネルとスマートフォンやタブレットといった高精細モバイルの中小型パネル量産のためのパネルメーカー設備投資が活発化している。大型パネルの製造装置は、生産に使用されるマザーガラスのサイズが第 8.5 世代 (G8.5) と呼ばれる 2500 mm×2200 mm が主流であり、マザーガラスサイズは 2010 年の第 10 世代 (G10) を最後に大型化は停滞していたが、最近になってパネルサイズの大型化 (55, 60 インチから 65, 70 インチ) に伴い、マザーガラスサイズもパネル面取り数の効率を上げるため、G8.5 に対して一回り大きい G8.6、更にはマザーガラスサイズの長辺が約 3400 mm となる第 10.5 世代 (G10.5) の設備投資が各パネルメーカーで計画されている。一方、中小型パネルにおいても、従来の液晶パネルの製造装置に加えて OLED パネルの製造装置の設備投資が加速的に増加しており、バックプレーン (TFT 基板) の製造装置は第 6 世代 (G6) が主流となっている。

当社では、バックプレーン (TFT 基板) の製造装置として、TFT 基板に用いられる金属配線膜、透明導電膜、IGZO に代表される酸化物半導体層をスパッタリングで形成する装置である「SMD シリーズ」¹⁻³⁾ をライン

ナップしており、パネルメーカー各社の量産に寄与している。

本稿では、G10.5 対応のスパッタリング装置として開発した SMD3400 のハードウェアの概要と金属配線膜に用いられる Cu と透明導電膜の ITO のプロセス検証結果について述べる。

2. 第 10.5 世代 (G10.5) 対応スパッタリング装置

G10.5 対応スパッタリング装置「SMD3400」の模式図を Figure 1 に示す。対応マザーガラスのサイズは G10.5 となる約 3000×約 3400 mm である。装置は、基板をカセットからトレイに着脱するポジション室、基板トレイの Loading/Unloading 室、基板を所望の温度まで加熱させるヒーター室、スパッタ室は 2 室備えており、1 室は Cu プロセス、もう 1 室は ITO プロセスで構成される縦型搬送の成膜装置である。Cu、ITO ともにカソードタイプはプレーナターゲットを並べたマルチカソードである。

この装置はマルチカソード特有のカソード形状に起因する膜厚分布を従来の成膜方式から改良した新型成膜方式により改善することができる。従来、マルチカソードで基板を静止して成膜した場合、カソード形状に起因した波状の膜厚分布が発生する。膜厚はターゲット直上の膜厚が厚く、ターゲットとターゲットの間は膜厚が薄くなる傾向を示すが新型成膜方式により、波状の膜厚分布を改善させることができる。この成膜方式は既設の

^{*1} (株)アルバック 超材料研究所 (〒253-8543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2500)

^{*2} (株)アルバック FPD・PV 事業部 (〒253-8543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2500)

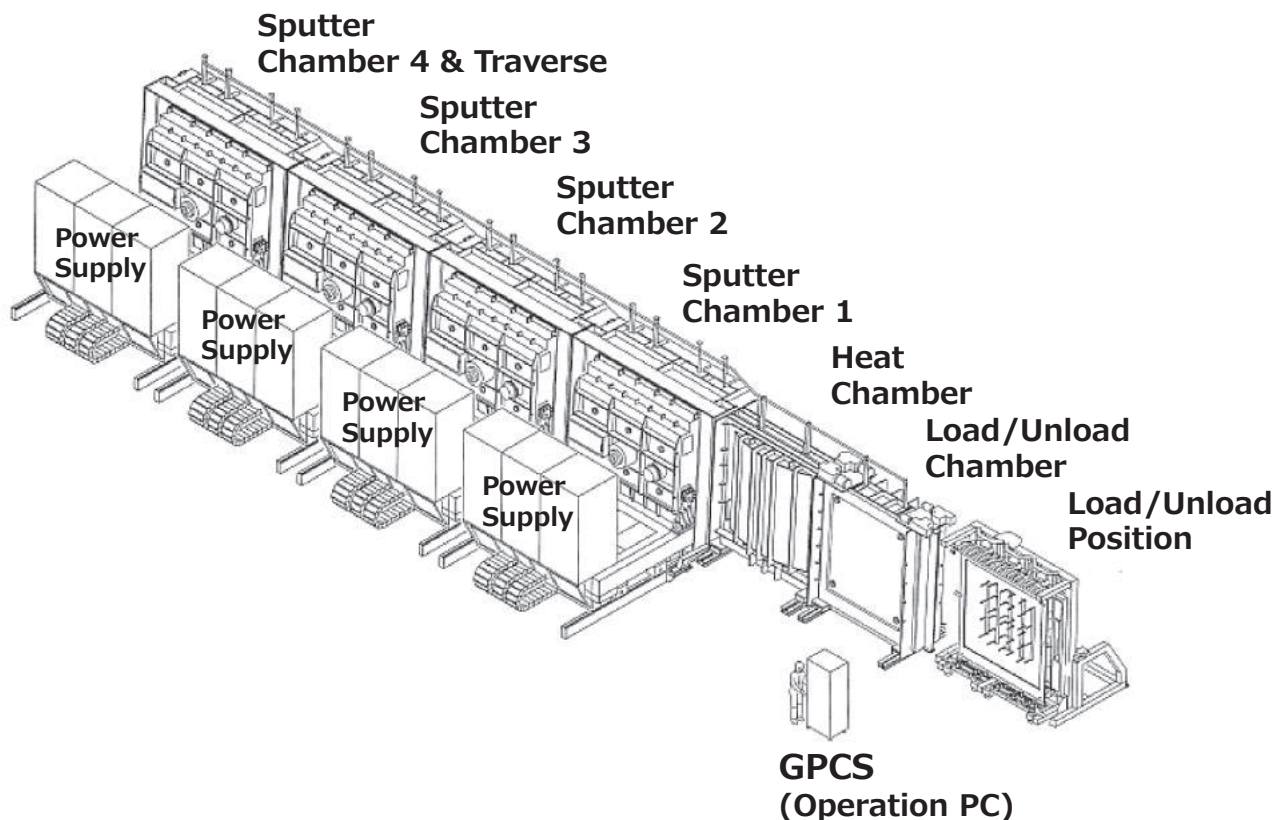


Figure 1 Appearance and diagram of "SMD3400".

「SMD2400」でも実績がある方式であり、膜厚分布に起因したパネルの表示ムラを改善するための量産技術として確立されている。

3. 実験方法

本実験はSMD3400で、ガラス基板の上にCu薄膜を約350 nm、ITO薄膜を約40 nmの膜厚で形成し、各々について膜厚分布、Rs分布等の各種単膜性能を検証した。膜厚は段差測定器であるDektak3、Sheet抵抗(Rs)をNAPSON製の四探針法測定器、Cu薄膜の反射率及びITO薄膜の透過率は島津製作所製のSolidSpec 3700、膜応力は東朋テクノロジー製のFLX Scanを使用し円板法によって測定した。

4. 実験結果

4.1 Cu膜の膜厚分布

はじめにデポレートと膜厚分布を検証した。成膜条件は、成膜圧力を0.3 Pa、新型成膜方式により成膜した。

デポレートは1000 nm/min以上であり、既設の「SMD2400」のパワー密度とカソードピッチから想定されるデポレートが得られた。Figure 2に、基板面内の膜厚分布結果を示す。膜厚分布は基板面内で±8%台と良好な結果となった。

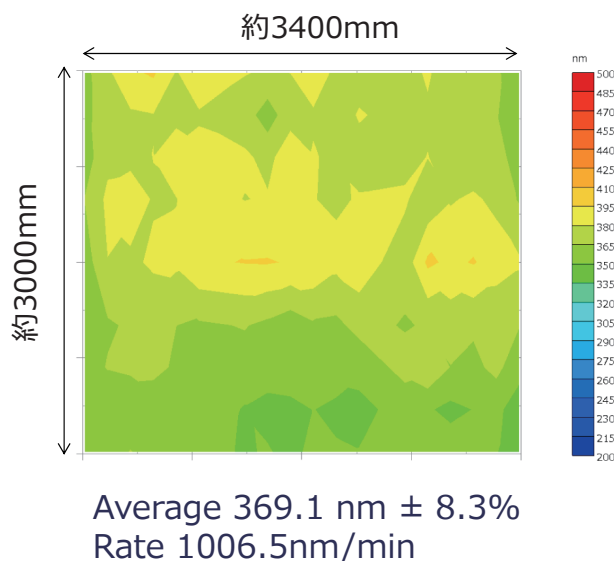


Figure 2 Thickness uniformity of Cu film.

4.2 Cu膜のRs分布

前節の膜厚分布と同一の成膜条件でCu膜を成膜し、Rsを測定した。

Rsは基板面内の平均値で $0.055\Omega/\square$ の結果が得られた。Figure 3に基板面内のRs分布結果を示す。Rs分布は基板面内で±7%台と良好な結果となった。

4.3 Cu膜の膜応力と反射率

前節と同じ成膜条件で成膜したCu膜の膜応力と反射

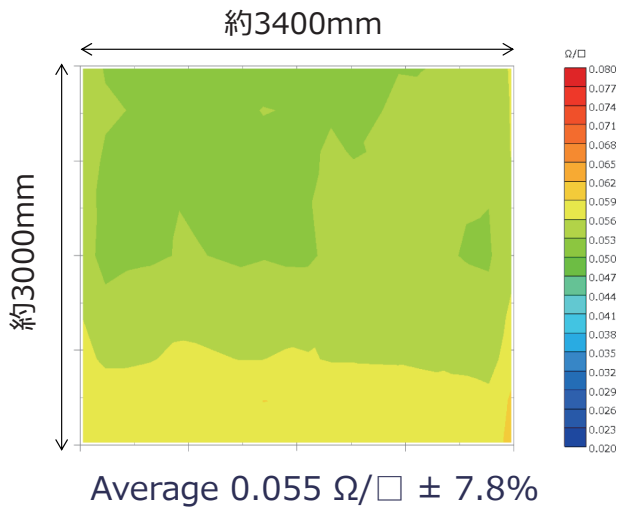


Figure 3 Rs uniformity of Cu film.

率の結果を Figure 4 に示す。膜応力については Si ウェハ基板に Cu 膜を成膜し、円板法により求めた結果であり、反射率については Si ウェハの相対反射率での値である。

膜応力は平均 +200 MPa 台で基板面内は均一な結果となった。また、反射率は平均で 180 % R 台（波長：550 nm）の結果が得られた。

4.4 新型成膜方式の効果

新型成膜方式で成膜した場合と、基板を静止して成膜した場合の基板横方向の Cu 膜の Rs 分布の結果を Figure 5 に示す。基板横方向の Rs 分布は基板静止成膜の場合、約 ±5% であり、カソード形状に起因した波状の分布が発生する。新型成膜方式の場合、約 ±3% まで改善し且つ波状の分布が発生していないことが分かる。基板横方向の分布は新型成膜方式により、波状の分布は示さ

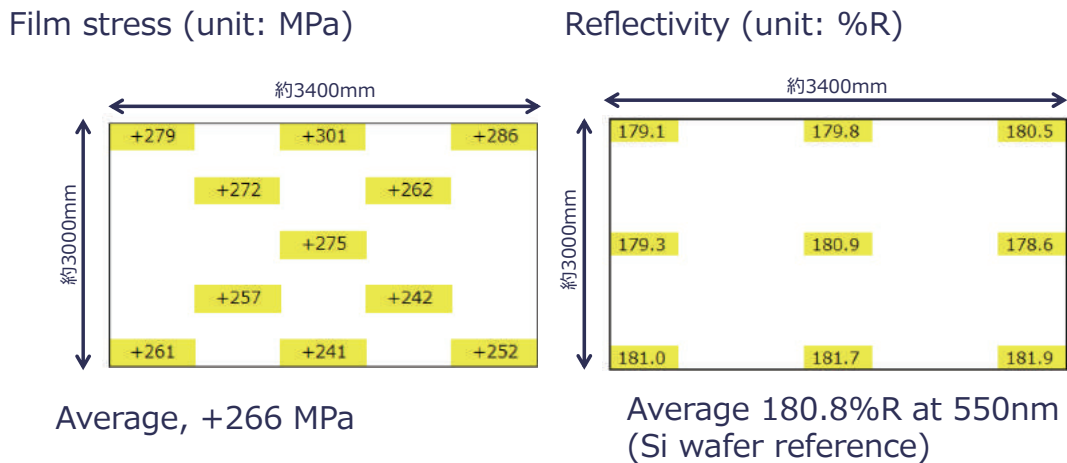


Figure 4 Film stress and reflectance of Cu film.

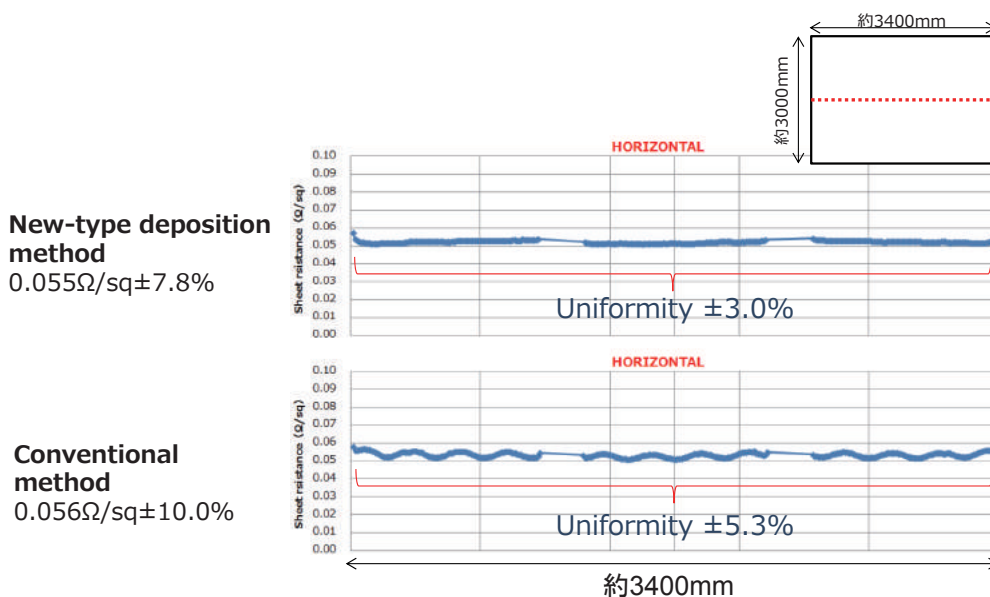


Figure 5 Effect of new-type deposition method. Rs uniformity was improved and Rs horizontal wave form shape became flat with new-type deposition method.

ず、均一な結果が得られている。今回、Cu プロセスでの検証結果を具体例として示したが、膜種に依らず、新型成膜方式を用いることで同様の改善効果を得ることが可能である。

4.5 ITO 膜の膜厚分布

成膜条件は、成膜圧力 0.67 Pa にて成膜した。Ar-H₂ 混合ガスおよび O₂ ガスは放電空間内のガス分布が均一になるよう導入経路を最適化している。プロセスガスに Ar-H₂ 混合ガスを使用する目的は、アモルファス ITO プロセスにおいて安定したアモルファスの膜質を得るためである。H₂O 添加でも H₂ 添加と同様の効果を得ることは可能であるが、本実験では H₂ 添加プロセスを選択した⁴⁾。

デポレートは既設の「SMD2400」のパワー密度とカソードピッチから想定されるデポレートが得られた。Figure 6 に基板面内の膜厚分布の結果を示す。膜厚分布は基板面内で±9%台と良好な結果となった。

4.6 ITO の Rs 分布

前節の膜厚分布と同一の成膜圧力条件で反応ガスの O₂ ガスを導入し、O₂ ボトムテストを実施した。アニール後の O₂ ボトム曲線を Figure 7 に示す。アニールは 230℃、60 min、大気雰囲気で行った。

Rs、および Rs 分布が最適となる O₂ 導入条件でアニール後の Rs 平均値は約 66Ω/□の結果が得られた。アニール後の基板面内の Rs 分布を Figure 8 に示す。Rs 分布は基板面内で±16%と良好な結果となった。

4.7 ITO の膜応力と透過率

前節と同じ成膜条件で成膜した ITO 膜の膜応力と透過率の結果を Figure 9 に示す。膜応力については Si ウ

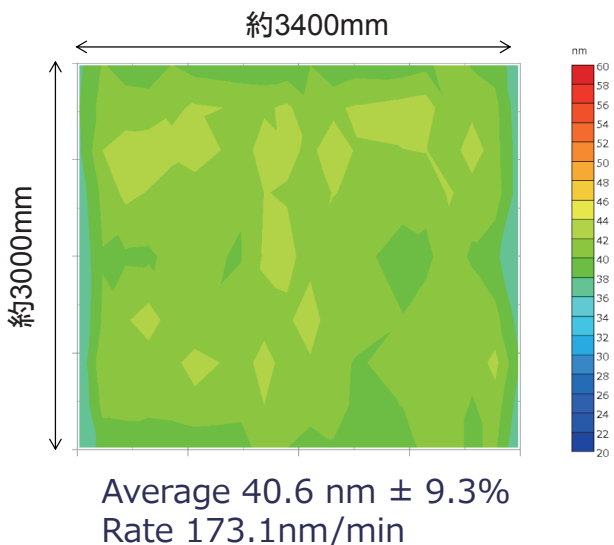


Figure 6 Thickness uniformity of ITO film.

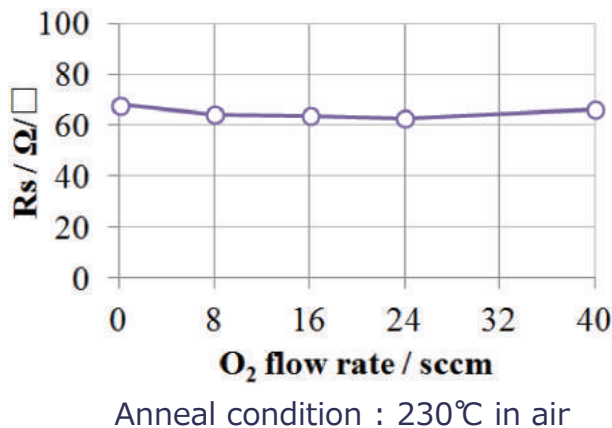


Figure 7 O₂ bottom curve of Rs of ITO after annealing.

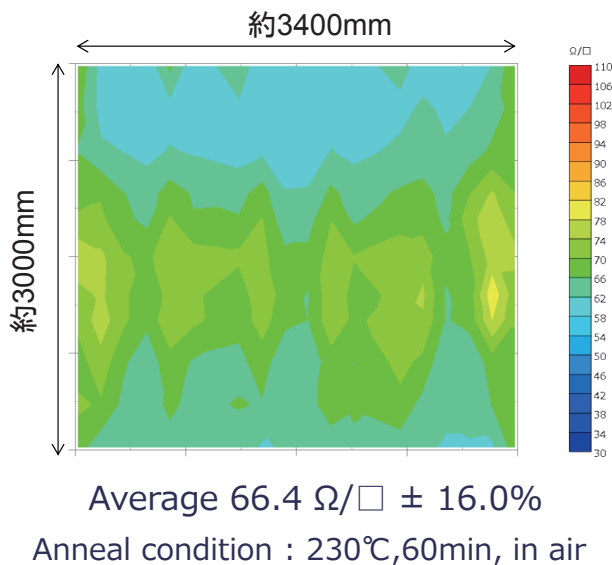


Figure 8 Rs uniformity of ITO film after annealing.

ェハー基板に ITO 膜を成膜し、円板法により求めた結果であり、透過率についてはガラスリファレンスの値である。

膜応力は平均で -160 MPa 台で、基板面内で均一な結果となっている。また、透過率は平均で 93% T 台（波長：550 nm）の結果が得られた。

4. まとめ

本稿では G10.5 対応の大型スパッタリング装置として「SMD3400」を開発し、ハードウェアと Cu, ITO プロセスの検証結果を紹介した。Cu と ITO プロセスにおいて、膜厚分布、デポレート、Rs 分布、膜応力、反射率、透過率の各種基本性能は、従来の G8.5 と同等の結果であり、G10.5 基板面内において良好な結果が得られることを実証した。

また、Cu プロセスにおいて波状の膜厚分布を改善するために、新型成膜方式による検証を実施し、基板横方向の Rs 分布を改善させることが実証できた。

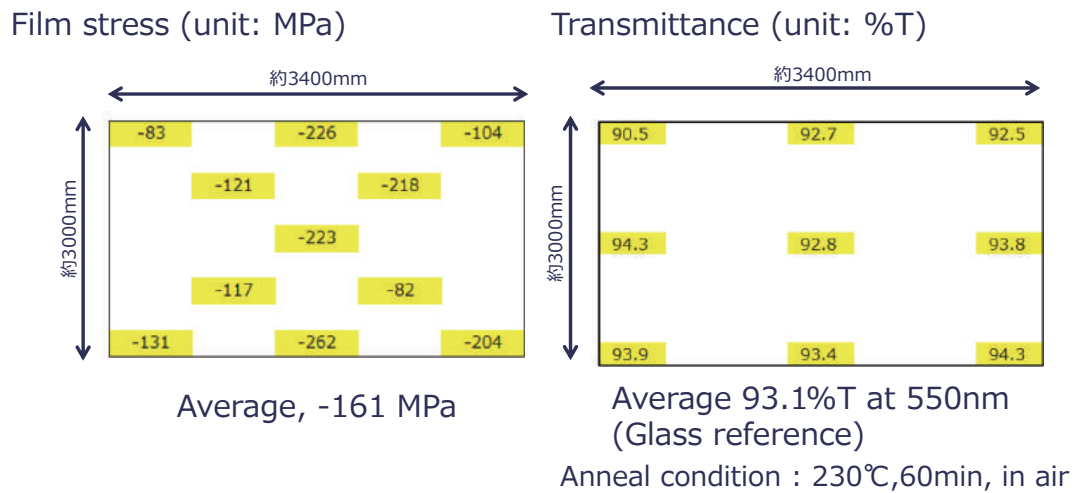


Figure 9 Film stress and transmittance of ITO film.

液晶 TV に代表される大型パネルの生産に使用されるマザーガラスの基板サイズは 2010 年の G10 サイズを最後に大型化が止まっていたが、今後は G10 以上の設備投資が活発になり、装置のさらなる大型化が主流になっていくことが予想される。我々は、スパッタ装置とターゲット材料のサプライヤーとして新技術を全世界に発信し続け、FPD 市場の発展に貢献していきたい。

文 献

- 1) M.Matsudai: ULVAC Technical Journal, 43(1995)1.
- 2) Y. Oishi, M. Kobayashi, T. Tatsunori, M. Arai, J. Kiyota, T. Komatsu, S. Ishibashi, K. Saitou, S. Satou, M. Matsudai: ULVAC Technical Journal, 64(2006) p.23-27.
- 3) 新井真：応用物理学会，2010 年春季第 57 回応用物理学関係連合講演会，17p-TN-3.
- 4) S. Ishibashi, Y. Higuchi, Y. Ota and K. Nakamura: J. Vac. Sci Technology., A8(3) (1990)1399-1403.

ココニモ、 アル。 アルバックの 真空テクノロジー。

私たちがあたりまえに使っているタブレット端末のディスプレイにもアルバックの真空技術が役立っています。
真空技術の応用分野は、半導体、電子部品、薄型テレビ、太陽電池、自動車、医薬、食品など多岐にわたり、
多くの産業分野と科学の発展に必要不可欠な基盤技術となっています。

「ココニモ、アル。アルバックの真空テクノロジー。」
アルバックは、技術革新が進む様々な分野で、
真空の極限を追求していきます。