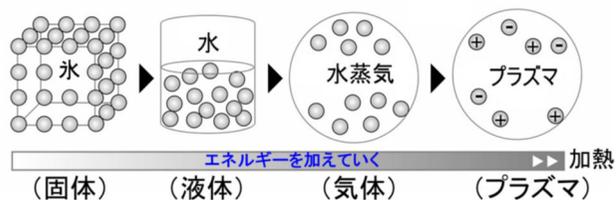


半導体を進化させるプラズマ

佐賀大学プラズマエレクトロニクス研究室では、スマートフォンやコンピュータなどに組み込まれている LSI などの半導体を高性能化させるために必要不可欠な製造装置の一つであるプラズマ装置の研究・開発を行っております。

プラズマとは何か？

皆さんは物質の状態には、「固体、液体、気体」の3つの状態があることはご存じかと思います。実は、気体の次の状態！が存在します。それを「プラズマ」と呼びます。即ち、プラズマは第4番目の物質状態のことです。気体と異なる点には、「光る」、「電気を帯びている」の2つの点があります。身近なところでは、蛍光灯、炎、カミナリなどがその状態になっています。また、宇宙の99%以上がプラズマ状態になっていると言われていています。

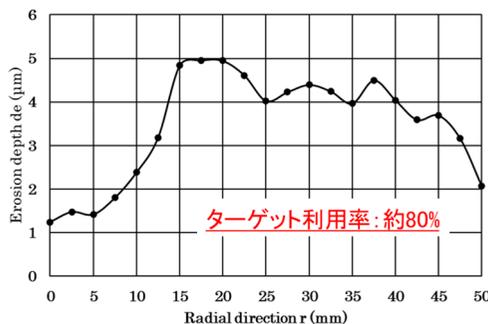
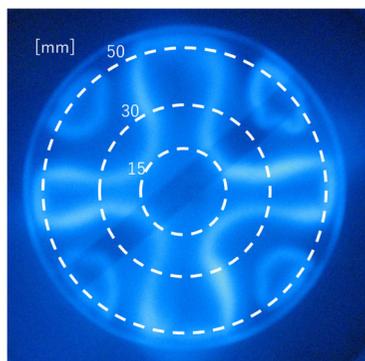


プラズマで何ができるの？

プラズマの中には、「マイナスの電気をもつ電子」と「プラスの電気をもつイオン」が多数あります。プラズマの中に反応するガスを入れてやります。そのガスが電子やイオンによって分解されて、発生した原子や分子が半導体を加工する働きをします。電子、イオン、原子などは、非常に小さいので、微細な加工ができます。最先端技術ではナノメートル（10億分の1メートル）のサイズの超微細加工を実現しています。

材料有効利用するマグネトロンスパッタ

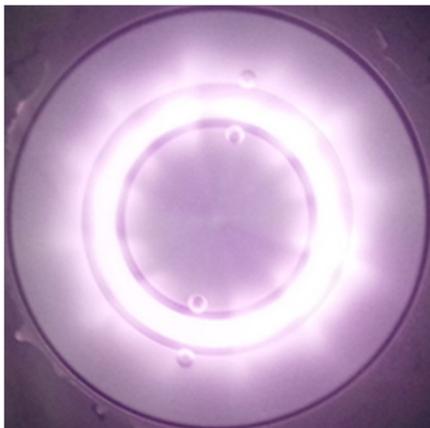
皆さんが使っているスマートフォンの表面には、透明かつ電気を通するITO膜がコーティングされています。この薄膜をつくるため、マグネトロンスパッタが使われています。しかし、ITO膜にはインジウムというレアメタルが使用されており、将来的に使用が難しくなってきます。マグネトロンスパッタは高速で高品質に薄膜をつくることができますが、ITO材料を有効に利用できていません。現状20%程度しか利用できていない現状があります。リサイクル処理技術はありますが、その電力や廃液処理コストの課題が残されています。本研究室では、材料を有効利用できるマグネトロンスパッタ装置を開発しました。材料有効利用と同時に製膜も良好の結果が得られています。



佐賀大学プラズマエレクトロニクス研究室

連絡先：佐賀大学理工学部電気電子工学部門
大津康徳

E-mail : ohtsuy@cc.saga-u.ac.jp



ホロー電極と磁石を用いた高密度水素プラズマの開発

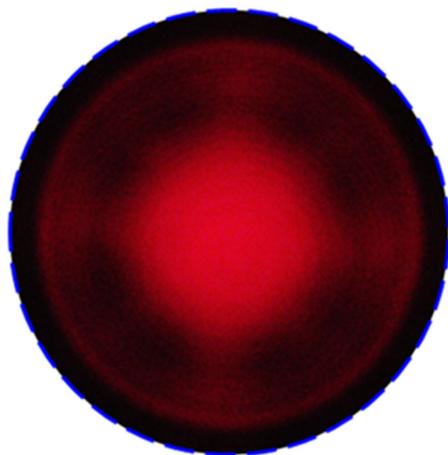
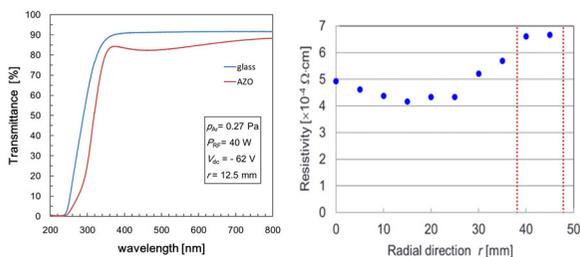
水素プラズマは、薄膜太陽電池など半導体薄膜や DLC 膜などの硬質膜などに広く利用されています。メンテナンスが容易なことから、平行平板型電極を用いた容量結合放電プラズマが広く利用されています。しかし、プラズマの発生効率が低いため、製膜速度が遅いことが課題となっています。

本研究室では、平板電極上に円筒型またはリング型の溝を形成したホロー電極と磁石を用いて、水素プラズマの高密度化を研究開発しています。その結果、数 Pa 程度の低ガス圧力において、従来の容量結合型放電に比べて約 1 桁以上高いプラズマ密度を達成させることに成功しました。

円筒対向ターゲットスパッタによる新しい透明導電膜の合成技術開発

スマートフォンなどに使われている ITO 膜の合成には、マグネトロンスパッタ装置が広く利用されています。しかしながら、ガラスなどの融点の高い材料しか高品質に合成できません。そこで、次世代の基材として期待されているプラスチックやフレキシブルシートなどは、その融点が 100℃程度、低いため、従来のマグネトロンスパッタ装置では対応できません。

本研究室では、2 つの直径の異なる円筒型の材料ターゲットを対向させた円筒対向ターゲットスパッタ装置を開発しました。室温程度の基材表面に、従来と同様の透明導電膜を合成することに成功しました。現在は、低コスト化などの更なる改善策を研究開発しております。



プラズマが AI・デジタルを支えます！

スパッタ超撥水膜合成による低温廃熱を有効利用する熱交換器の開発

工場などで使用されている熱の約 65%以上は未利用であり、特に、工場からの廃熱温度は 100~150℃と低温度廃熱が多くを占めている。この低温度廃熱を熱源として発電に利用するためには、小型で高性能なプレート式熱交換器が有効である。しかし、プレート間の狭い流路内では、凝縮液膜が支配的な熱抵抗となり、その凝縮液が表面張力でプレート間に留まり、発電性能の低下を招いている。この熱抵抗の有効的な解決策として、超撥水伝熱面が有効である。

本研究では、フッ素樹脂ターゲットを用いた高周波マグネトロンスパッタ装置を用いてプレート伝熱面に撥水処理を行い、凝縮熱伝達を計測した結果、未処理プレートに対して凝縮熱伝熱性能が最大 2.2 倍向上した。

