

マイナスイオン発生ユニット技術資料 (圧電トランス方式)

2002年10月

日新電機株式会社
電子デバイス事業推進部



マイナスイオン発生ユニット
MION

Bamboo Mudai



マイナスイオン発生器
BambooMudai (バンブー-ムダイ)

はじめに

本資料はマイナスイオン発生についての一般論を示すとともに弊社の取り組み状況を概説するものである。

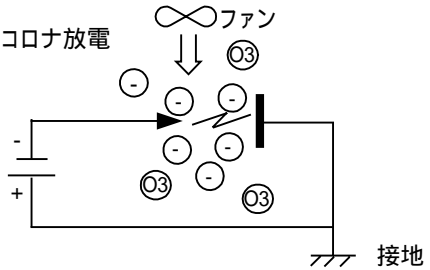
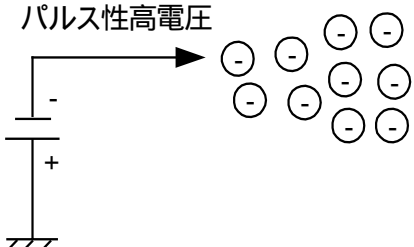
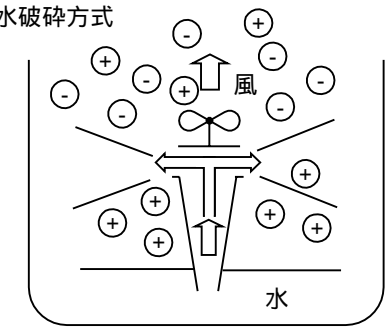
1. マイナスイオンとは

マイナスイオンは空気中に放出された電子が空気中の酸素分子と結合して負の電荷を帯び、周りの水分子と結合してより安定な形を形成して存在すると言われております。

マイナスイオンは滝やその近くの森林などに多く存在し、雷などの自然現象でも発生しますが人工的に発生させることが可能。

現在市販されているマイナスイオン発生装置の主たる発生方式には次の3種類があり、それぞれに特徴はあるものの、これら発生装置を用いることで、家にいながら森林浴と同じような心地よさを味わったり、脱臭やカビ抑制に対しても効用があるとして最近注目を集めております。

2. マイナスイオン発生方式(代表例)

<p>1. コロナ放電方式:</p>  <p>The diagram shows a circuit with a DC power source (battery) connected to two electrodes. The negative terminal is connected to a pointed electrode, and the positive terminal is connected to a flat electrode. A fan is positioned above the electrodes, blowing air through the gap. Negative ions (represented by minus signs) are shown moving from the positive electrode towards the negative electrode. Some negative ions are shown reacting with oxygen molecules (O₂) to form negative oxygen ions (O₃⁻). The ground symbol is labeled '接地'.</p>	<p>電極間に印加した直流電圧が放電開始電圧以上になるとマイナス極よりプラス電極に向かって電子が放出される。それが周囲のガス分子に衝突してコロナ放電に移行する。コロナ放電が発生した際、極間に残存した電子が空気中の酸素分子や水分と反応して水と酸素のマイナスイオンが形成される。その際オゾンや、No_xが発生するため、電極間隔などを調整してオゾンの発生を少なくする方法をとる。また、空間に放出させる為にファンが必要となる。</p>
<p>2. 電子放射式:</p>  <p>The diagram shows a DC power source with a sharp, needle-like negative electrode. A pulse high voltage (パルス性高電圧) is applied to this electrode. Negative ions (represented by minus signs) are shown being emitted directly from the sharp tip of the electrode into the surrounding air.</p>	<p>針状に尖らせたマイナス電極に、パルス性の高電圧を印加して、空気中に直接電子を放出させる。空気中に放出された電子が周りの酸素、あるいは水分と結合してマイナスイオンを形成する。エネルギーが小さいためオゾン、No_x等の有害物質の発生量を非常に少なくできる。</p>
<p>3. 水破碎方式:</p>  <p>The diagram shows a water spray nozzle. Water is being sprayed upwards. The spray is divided into positive and negative ions. Positive ions (plus signs) are shown on the larger water droplets, and negative ions (minus signs) are shown on the smaller water droplets. The air flow is labeled '風' and the water is labeled '水'.</p>	<p>水を勢よく噴出させ、マイナスとプラスに帯電した水滴に分ける。滝などで水がはじけ飛ぶ際に大きな水滴がプラスに、小さな水滴がマイナスに帯電するというレナード効果を応用したものである。装置が大きくなり高価になる。</p>

弊社マイナスイオン発生ユニットは、このうちの電子放射式を採用しました。

この方式は極めて優れた発生方式であります。パルス性高電圧が必要になります。

弊社はこの昇圧ユニット用として難燃性の圧電トランス(セラミックトランス)を開発、採用し、他に類を見ない安価で安全、かつ小型、省エネタイプのマイナスイオン発生ユニットを商品化致しました。

3. 圧電トランスについて

(1) 圧電トランスとは

圧電トランスの歴史は意外に古く1956年に G.E の Rosen 等により提案されたことに緒を發する。これは従来から用いられている巻線形のトランスとその原理を異にし、**電気エネルギー - 機械エネルギー - 電気エネルギー** と変換する方法で画期的な提案であった。当時のアプリケーションとしては CRT のフライバック用高圧電源等を用途として考えられたが材料的な制約が多々あり実用化を断念された。しかし、近年この材料系の問題もクリアされ液晶のバックライト光源として適応される冷陰極管 (CFL) との整合性の良さから液晶用バックライトのインバータ電源用昇圧トランスとして注目されることになった。

この圧電トランスインバータの原理的な構成図を図.1 に示す。この図に示すように、直流電源をインバータ回路にて数10kHz ~ 100kHz の交流信号にして圧電トランスの1次電極に電力注入する。機械的共振現象を利用して2次側にエネルギー伝達し昇圧された電源を得ることが可能となっている。

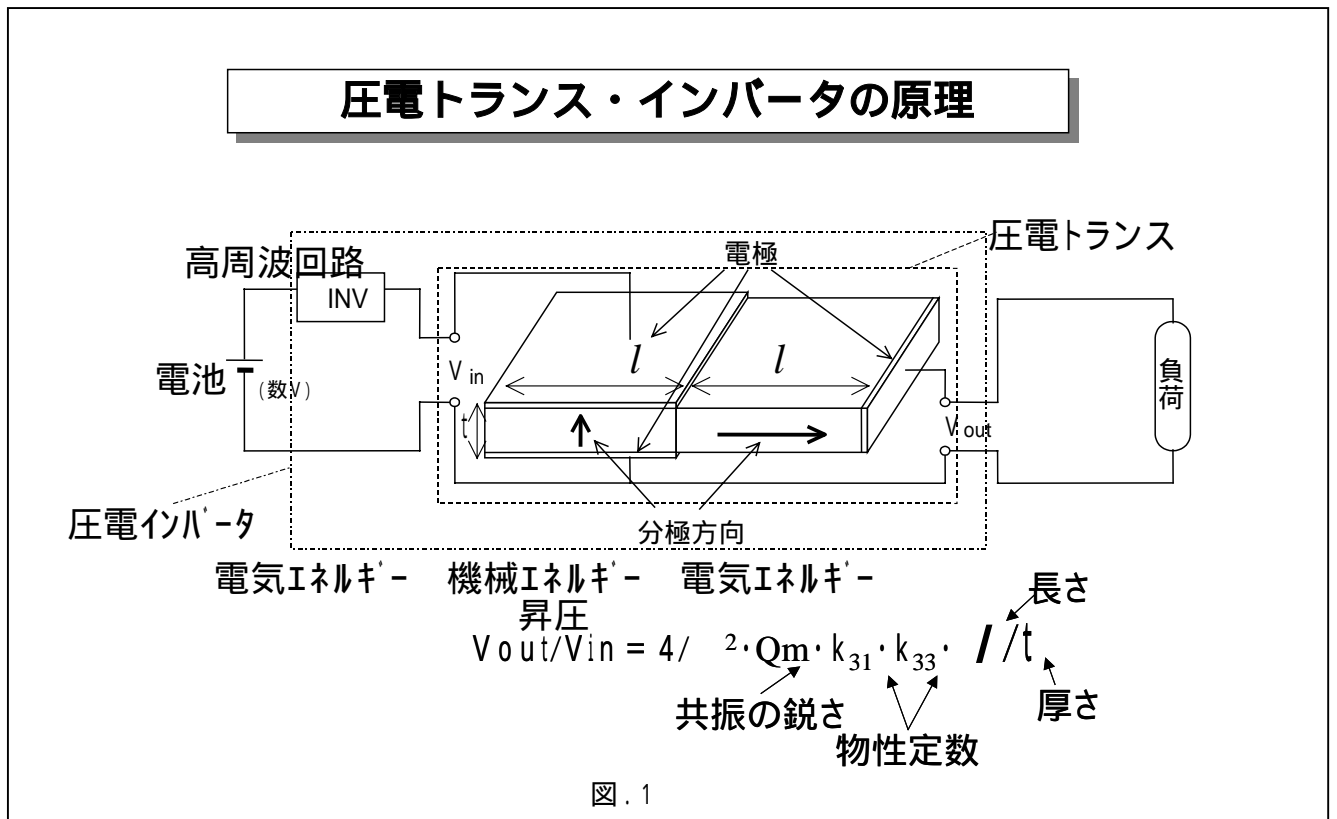


図2に圧電トランスの負荷インピーダンスによる昇圧比の特性を示すが負荷インピーダンスが高い時には非常の急峻な大きな昇圧比を持つ特性を有する。この特性を利用しマイナスイオン発生用の高電圧を得る事が出来る。

負荷インピーダンスによる昇圧比の特性

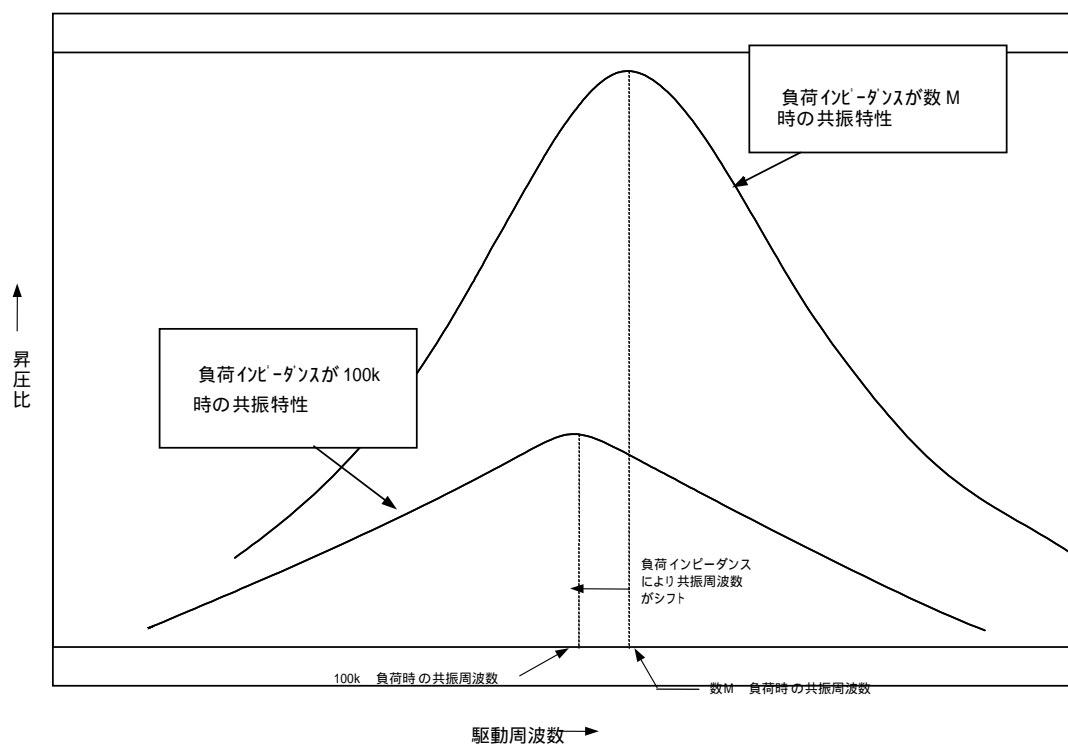


図 . 2

- (2) 圧電トランスを使ったマイナスイオン用インバータについて
 前項で述べたようにこれまで圧電トランスのアプリケーションはある程度の負荷をドライブするパワー形の開発に主眼がおかれてきた。
 しかしながらマイナスイオン発生等の高電圧で高インピーダンスの負荷についてこれらの応用は非常に効率が悪いことが判明した。
 即ち、所望の出力電力を得ようとするといわずらに内部損失を増大させることになり不相応な外形のトランスが必要になってしまうことになる。
 当社では汎用有限要素解析プログラム(ANSYS)を導入し、この種のアプリケーションとしての圧電トランスの最適化を行ってきておりその小形化・省電力化に成功した。(特許申請中)

4. 圧電トランスと巻線トランスの比較

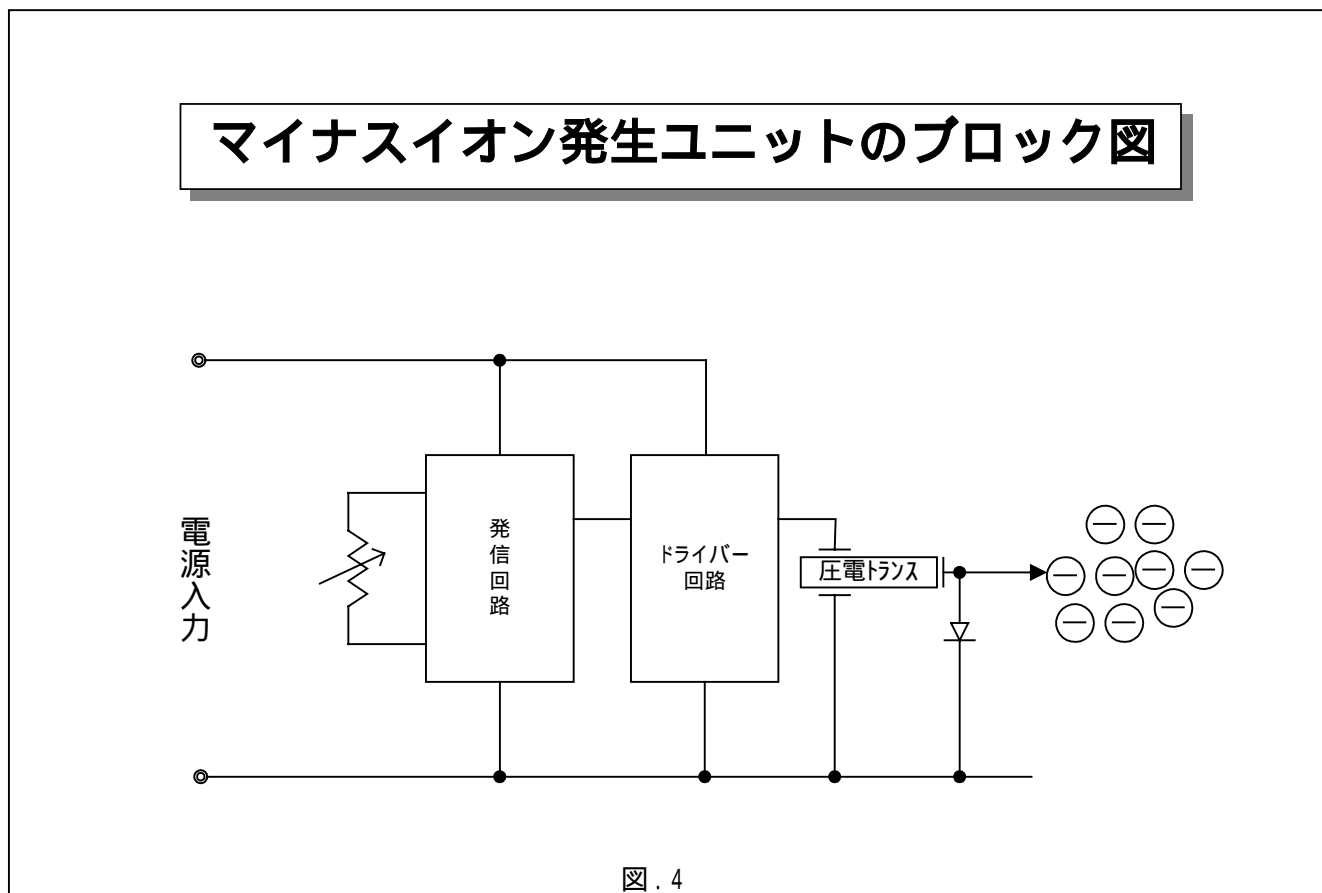
このような原理を持つ圧電トランスと電磁形の巻線トランスを比較すると図. 3 の様な形態となる。

圧電トランスと巻線トランスの比較			
項目	圧電トランス	電磁トランス	評価コメント
外形			特に高圧のアプリケーションでは圧電が有利。薄さの点ではさらに有利
安全性			セラミックスの本質的な防爆性のため高圧の用途では圧倒的に有利
大容量			圧電トランスは大容量化は向かない。 通常の液晶バックライトアプリケーションで10W程度
制御性			圧電トランスは急峻な周波数特性を有するため、調整が必要
外部ノイズ		×	本質的なフィルタ特性のため圧電方式が圧倒的に有利

図. 3

5. マイナスイオン発生ユニットについて

図4に圧電トランスを用いたマイナスイオン発生ユニットのブロック図を示す。



先に述べた様に圧電トランスは共振特性を持つため、その共振点近傍で発信させるための調整回路を入れている。尚、圧電トランスの出力回路はその高インピーダンス特性を利用して正波を直接クランプした簡単な構造としている。

6. マイナスイオン用圧電インバータの安全性について

この種の高圧アプリケーションで重要な点はその高電圧での材料の絶縁破壊 発火、及び取扱時の人的な感電事故については十分留意する必要がある。

(1) 絶縁破壊について

通常この種のコロナ放電現象を起こすには数千Vの電圧が必要となる。

従来から用いられている巻線形の電磁トランスで実現するとその安全性を鑑み、相当の大きさの裕度を持たした設計を行うか、またはモールド技術を使って封じ込める必要がある。通常の小型の気中絶縁のタイプでは長期的には徐々にその絶縁が劣化し、最終的には破壊 発火の可能性を考えなくてはならない。

これに対し、圧電トランスの場合その高圧部は本質的にセラミック材で絶縁されている構造であり、全くこの必要がない。

(2) 人的安全性について

この放電方式は針端からのマイナスイオン放出の方式で、その針端を外部に対して開放する必要がある。

従って、何らかの金属性棒状のものを挿入されるケースを考えると感電事故等に発展する可能性がある。

当社の今回開発した圧電トランスは、出力インピーダンスを比較的高く設計している上に以下に述べる圧電トランス特有の共振系を利用して、この危険から完全に開放される。

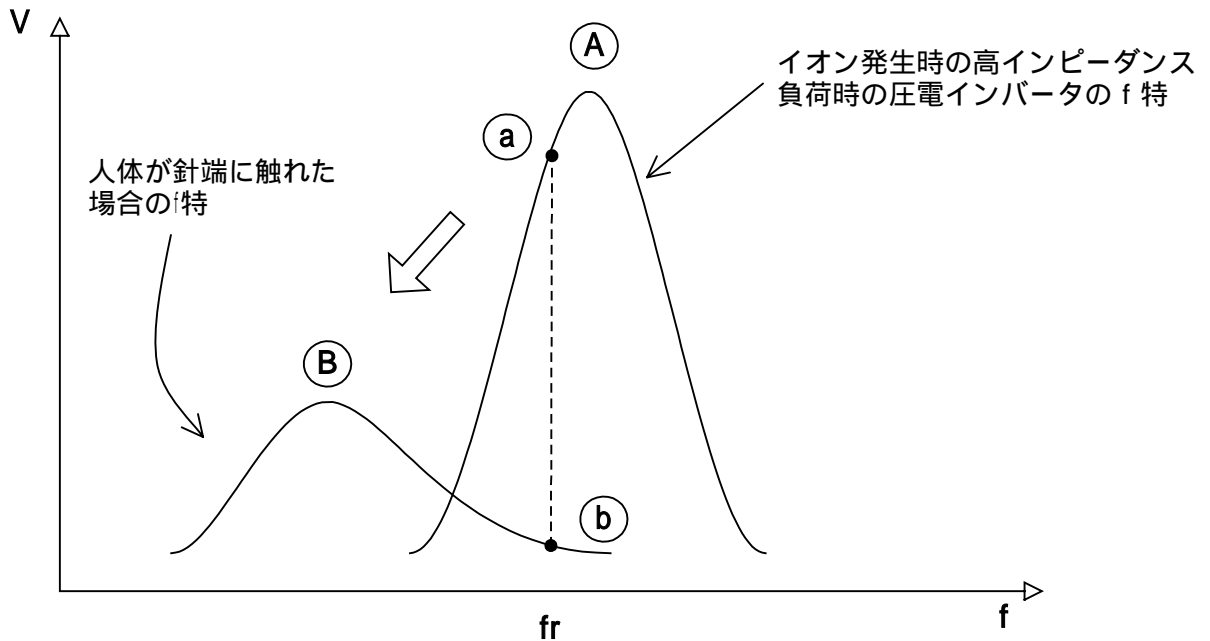


図 . 2 圧電トランスの共振系特性

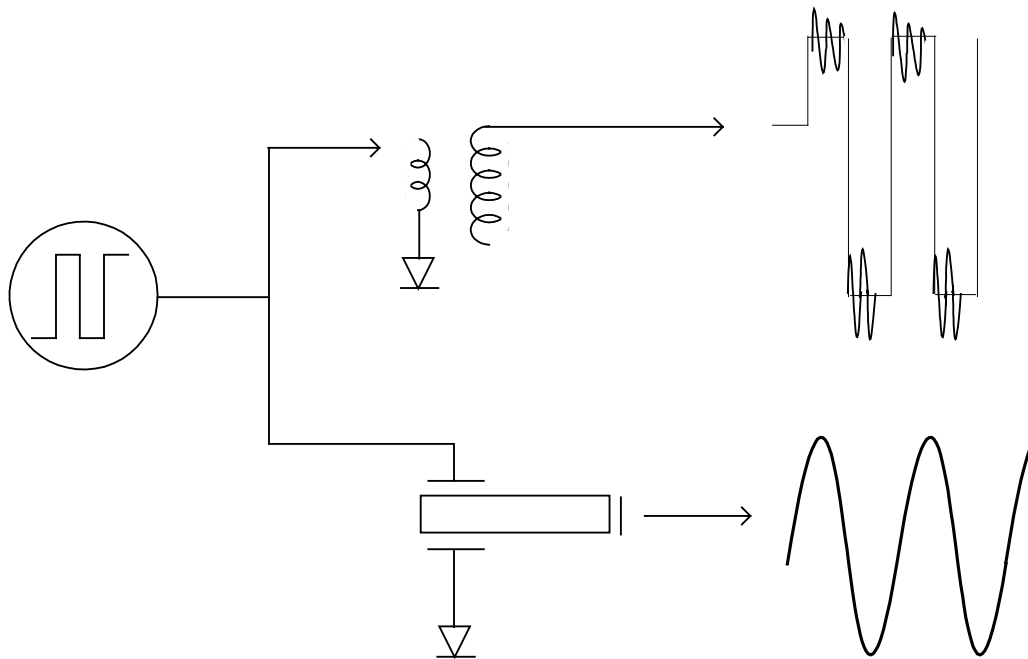
図 2 にのように通常動作点は圧電トランスの高インピーダンス負荷条件での共振特性 (A) の動作点 (a) 点となっているが、人体が針端に触れると一瞬にしてその共振特性は (B) のカーブとなり、その動作点は (b) 点に移動する。

このため瞬時に安全電圧に低下することになり、人体に対して本質的な安全設計が可能となっている。

一方電磁形の巻線トランスの場合、このような共振系の特性を有しないため、常に高電圧が印可され、感電の危険は免れえない。

7. マイナスイオン発生(電磁波問題)

先のドライブ回路で示すように電磁形のトランス、圧電トランスのいずれの場合でも直流電源入力の場合は高周波でスイッチングしてドライブすることになる。



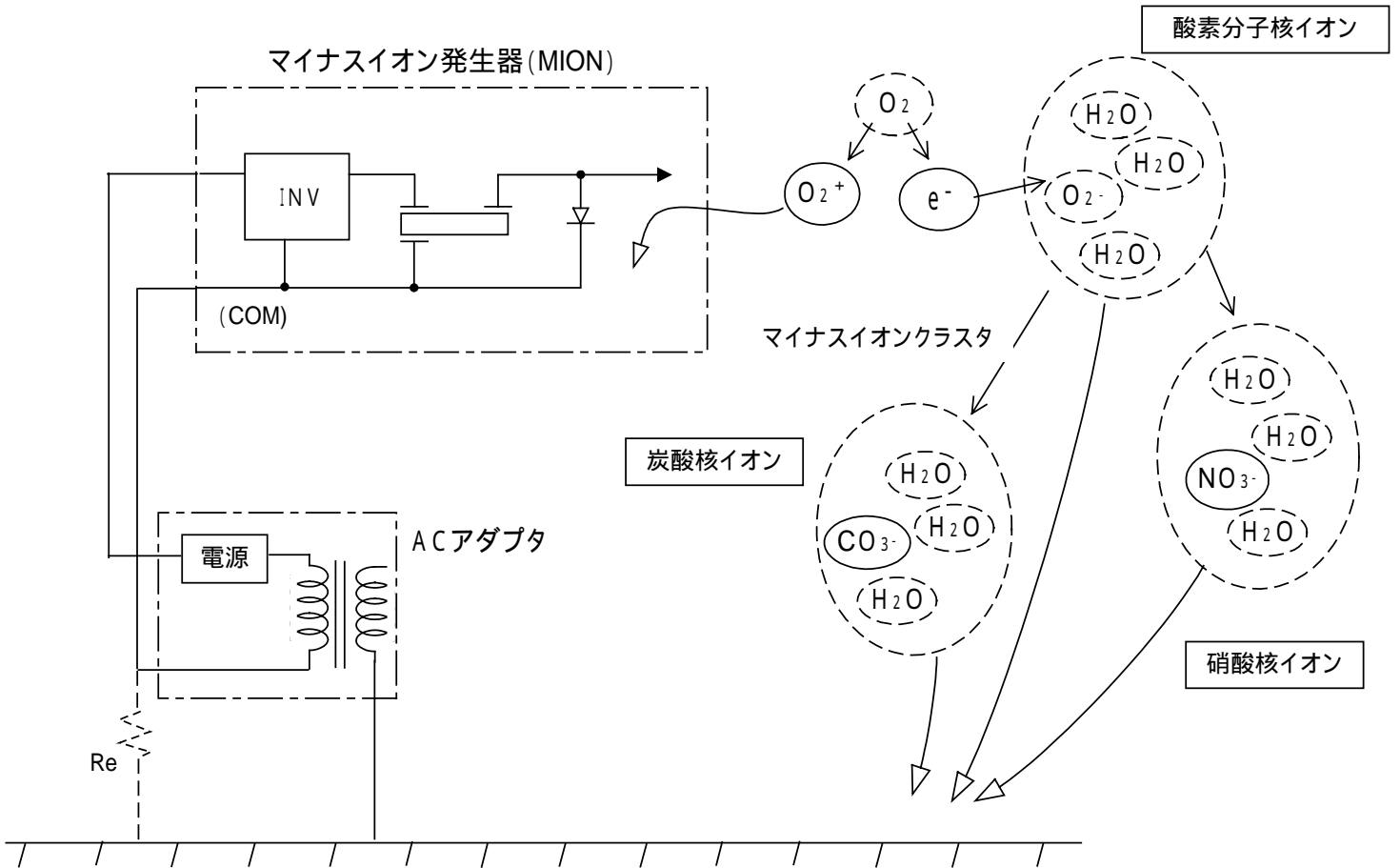
このときその出力は電磁形のトランスの場合この方形波の電圧をそのまま高電圧に昇圧するとともに、その過渡現象的な高い振動性の波形を有することになる。

即ち原波形の方形波そのものが、多くの高周波成分を含有するのみではなくさらにスイッチング性の高周波の高電圧成分を有することになる。

一方圧電トランスの場合、本質的な特性としてフィルタ特性を有するため、その出力はきれいな基本波成分(入力の基本周波数)しか出力しない。

電磁波問題ではこれら高圧出力の高周波のノイズ成分が問題となるため、このため特に電磁環境が問題となるような空間では圧電トランス方式が圧倒的に有利になる。

マイナスイオンの流れる経路



通常放電針先端の電界強度を高く設計するためその近傍の空気中の酸素分子が電離する。
 $O_2 \rightarrow O_2^+ + e^-$ この e^- は付近の酸素分子と結合して $e^- + O_2 \rightarrow O_2^-$ となる。
 これがマイナスイオンのもとで、さらにいくらかの水分子と結合して $O_2^- (H_2O)_n$ 等の
 マイナスイオンクラスターを構成する。最終的にこのクラスターは大地に帰還する。
 一方 $+ 電荷$ を持った O_2^+ は放電針で電荷を供給し、この電荷は回路コモン (COM) を介して
 大地にリターンする。