

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6547866号  
(P6547866)

(45) 発行日 令和1年7月24日(2019.7.24)

(24) 登録日 令和1年7月5日(2019.7.5)

(51) Int. Cl.	F 1
CO2F 3/12 (2006.01)	CO2F 3/12 J
BO1D 69/02 (2006.01)	CO2F 3/12 P
BO1D 61/00 (2006.01)	BO1D 69/02
CO2F 1/44 (2006.01)	BO1D 61/00
CO2F 3/08 (2006.01)	CO2F 1/44 F
請求項の数 3 (全 9 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2018-28194 (P2018-28194)  
 (22) 出願日 平成30年2月20日 (2018.2.20)  
 審査請求日 平成31年1月16日 (2019.1.16)

(73) 特許権者 000001063  
 栗田工業株式会社  
 東京都中野区中野四丁目10番1号  
 (74) 代理人 100086911  
 弁理士 重野 剛  
 (74) 代理人 100144967  
 弁理士 重野 隆之  
 (72) 発明者 深瀬 哲朗  
 東京都中野区中野四丁目10番1号 栗田  
 工業株式会社内  
 (72) 発明者 小林 秀樹  
 東京都中野区中野四丁目10番1号 栗田  
 工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 好気性生物処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

反応槽と、  
該反応槽内に充填された流動床担体と、  
 該反応槽内に設置された、非多孔質の酸素溶解膜を備えた酸素溶解膜モジュールと、  
 該酸素溶解膜モジュールに酸素含有ガスを供給する酸素含有ガス供給手段と、  
 反応槽内のpHを測定するpH測定手段と、  
 該pH測定手段のpH測定値が所定値以下となった場合に反応槽内を曝気して脱炭酸する曝気手段と  
 を備えてなる好気性生物処理装置。

10

【請求項2】

反応槽と、  
該反応槽内に充填された流動床担体と、  
 該反応槽内に設置された、非多孔質の酸素溶解膜を備えた酸素溶解膜モジュールと、  
 該酸素溶解膜モジュールに酸素含有ガスを供給する酸素含有ガス供給手段と、  
 該反応槽内を間欠的に曝気して脱炭酸する、1回の曝気時間が5秒～5分である曝気手段と  
 を備えてなる好気性生物処理装置。

【請求項3】

酸素溶解膜が疎水性である請求項1又は2の好気性生物処理装置。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、有機性排水の好気性生物処理装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

好気性生物処理方法は安価であるため有機性廃水の処理法として多用されている。本方法では、被処理水への酸素の溶解が必要であり、通常は散気管による曝気が行われている。

## 【0003】

散気管による曝気は溶解効率が5～20%程度と低い。また、散気管の設置される水深にかかる水圧以上の圧力で曝気することが必要であり、高圧で多量の空気を送風するため、プロワの電力費が高い。通常は、好気性生物処理における電力費の2/3以上が酸素溶解のために使用されている。

## 【0004】

中空糸膜を用いたメンブレンエアレーションバイオリアクター(MABR)は、気泡の発生なしで酸素溶解できる。MABRでは、水深にかかる水圧よりも低い圧力の空気を通気すればよいため、プロワの必要圧力が低く、また、酸素の溶解効率が高い。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献1】特開2006-87310号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

MABR等気泡を発生させずに反応槽内で好気性生物処理を行うと、生物反応の結果生じた炭酸が反応槽内液に蓄積し、反応槽内のpHが低下し、生物処理が阻害される。

## 【0007】

また酸素溶解膜を用いて酸素供給する場合は反応槽内で生じた炭酸ガスの一部は、酸素溶解膜を水相側から気相側へ透過して反応槽外に排出されるが、この量は少なく、不十分である。

## 【0008】

本発明は、中和剤を全く又は殆ど添加することなく反応槽のpHを中性付近に維持することができる好気性生物処理装置を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

本発明の一態様の好気性生物処理装置は、反応槽と、該反応槽内に設置された酸素溶解膜モジュールと、該酸素溶解膜モジュールに酸素含有ガスを供給する酸素含有ガス供給手段と、反応槽内のpHを測定するpH測定手段と、該pH測定手段のpH測定値が所定値以下となった場合に反応槽内を曝気して脱炭酸する曝気手段とを備えてなる。

## 【0010】

本発明の一態様の好気性生物処理装置は、反応槽と、該反応槽内に設置された酸素溶解膜モジュールと、該酸素溶解膜モジュールに酸素含有ガスを供給する酸素含有ガス供給手段と、該反応槽内を間欠的に曝気して脱炭酸する曝気手段とを備えてなる。

## 【0011】

本発明の一態様では、酸素溶解膜モジュールは非多孔質の酸素溶解膜を備えている。

## 【0012】

本発明の一態様では、酸素溶解膜が疎水性である。

## 【0013】

本発明の一態様では、反応槽内に流動床担体が充填されている。

10

20

30

40

50

## 【発明の効果】

## 【0014】

本発明の好気性生物処理装置では、反応槽内のpHが所定値以下に低下したときに、又は間欠的に、反応槽を曝気する。この曝気により、反応槽が脱炭酸され、pHが上昇する。そのため、中和剤を全く又は殆ど添加することなく、反応槽内のpHを中性付近に維持することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0015】

【図1】実施の形態に係る生物処理装置の縦断面図である。

【図2】(a)は酸素溶解膜ユニットの側面図、(b)は酸素溶解膜ユニットの斜視図である。

10

## 【発明を実施するための形態】

## 【0016】

以下、図面を参照して本発明についてさらに詳細に説明する。

## 【0017】

図1は実施の形態に係る好気性生物処理装置1の縦断面図である。この好気性生物処理装置1は、反応槽(槽体)2と、該反応槽2の下部に水平に設置されたパンチングプレート等の多孔板や、平板に複数の分散ノズルを均等に設けたものなどの透水板3と、該透水板3の上側に形成された大径粒子層4と、該大径粒子層4の上側に形成された小径粒子層5と、小径粒子層5の上側に粉粒状活性炭等の生物附着担体の充填により形成された流動床Fと、流動床F内に少なくとも一部が配置された酸素溶解膜モジュール6と、前記透水板3の下側に形成された受入室7と、該受入室7内に原水を供給する原水散布管8と、受入室7内に設置された散気管9等を有する。この散気管9にはコンプレッサ(又はブロワ)13から空気が供給される。

20

## 【0018】

反応槽2の上部には、処理水を流出させるためのトラフ10及び流出口11が設けられている。トラフ10は槽内壁に沿って環状流路を形成している。反応槽2の上部には、反応槽2内のpHを測定するpH計14が設けられており、このpH計の測定値が制御器14に入力されている。制御器14によりコンプレッサ13が制御される。

## 【0019】

30

図1は、反応槽に流動床担体を充填して、酸素溶解膜の表面への生物膜の付着を担体の流動による剪断力によって抑制して生物膜の大部分が流動床担体に付着するようにしたものであり、このとき、酸素溶解膜は酸素供給の目的のみに用いられる。一方、図示しないが、反応槽に流動床担体を充填しないときは、酸素溶解膜はMABRとして作用する、つまり酸素溶解膜の表面に生物膜が付着して酸素溶解膜の一次側から溶解・供給された酸素が二次側の生物膜に消費されて好気性生物処理が行われる。

## 【0020】

図1では、酸素溶解膜として非多孔質(ノンポラス)の酸素溶解膜を用い、酸素含有気体を槽外から配管を通じて酸素溶解膜の一次側に通気して、排気は配管を通じて槽外に排出するように構成している。そのため、酸素含有気体を、低圧で酸素溶解膜に通気し、酸素を酸素分子として酸素溶解膜の構成原子の間を通過し(膜に溶解し)、酸素分子として被処理水と接触させる(水に直接溶解させるので気泡を生じない)という、いわば濃度勾配による分子拡散のメカニズムを用いた処理を行っているため、従来のように散気管などによる散気が不要となる。

40

## 【0021】

また酸素溶解膜として疎水性の素材を用いると膜中に浸水しづらいので好ましいが、疎水性であっても微量の水蒸気の浸入は免れない。

## 【0022】

図2は、酸素溶解膜モジュール6の一例を示している。この酸素溶解膜モジュール6は酸素溶解膜として非多孔質の中空糸膜22を用いたものである。この実施の形態では、中

50

中空系膜 22 は上下方向に配列されており、各中空系膜 22 の上端は上部ヘッダー 20 に連なり、下端は下部ヘッダー 21 に連なっている。中空系膜 22 の内部は、それぞれ上部ヘッダー 20 及び下部ヘッダー 21 内に連通している。各ヘッダー 20, 21 は中空管状である。なお、平膜やスパイラル膜を用いる場合にも、通気方向が上下方向となるように配列されることが望ましい。

#### 【 0 0 2 3 】

図 2 ( b ) の通り、1 対のヘッダー 20, 21 と中空系膜 22 とからなるユニットが複数個平行に配列されている。図 2 ( a ) の通り、各上部ヘッダー 20 の一端又は両端が上部マニホールド 23 に連結され、各下部ヘッダー 21 の一端又は両端が下部マニホールド 24 に連結されていることが好ましい。酸素溶解膜モジュール 6 の上部に給気配管 27 を通じて酸素含有ガスを供給し、酸素溶解膜モジュール 6 の下部から排出配管 29 を通じて槽外に排出する。空気等の酸素含有ガスは上部ヘッダー 20 から中空系膜 22 を通って下部ヘッダー 21 へ流れ、この間に酸素が中空系膜 22 を透過して反応槽 2 内の水に溶解する。

10

#### 【 0 0 2 4 】

各ヘッダー 20, 21 及び各マニホールド 23, 24 は流水勾配を有するように設けられてもよい。酸素溶解膜モジュール 6 は上下に多段に設置されてもよい。

#### 【 0 0 2 5 】

この酸素溶解膜モジュール 6 に空気を供給するために、ブロワ 26 と給気配管 27 とが設けられており ( 酸素含有ガス供給手段を構成 )、該給気配管 27 が上部マニホールド 23 に接続されている。下部マニホールド 24 には排ガス用の中継配管 28 が接続されている。中継配管 28 は排出配管 29 が接続している。排出配管 29 は、下り勾配 ( 鉛直下向きを含む ) を有するように設けられ、反応槽 2 外にまで延設されている。図 1 では排出配管 29 は反応槽 2 の側方に引き出されているが、反応槽 2 の底部から下方に引き出されてもよい。

20

#### 【 0 0 2 6 】

図 1 の通り、酸素溶解膜に溶解しなかった酸素含有気体の残部が排出配管 29 を通じて槽外に排気され、その末端が酸素溶解膜モジュールの下端 ( モジュールが複数のときは各モジュール下端の中で最も下位のもの ) より低い位置となるよう配置しているため、排気に凝縮水が含まれる場合は排出配管 29 の下方に設置のタンク 32 に凝縮水が流出する。タンク 32 内の水は、ポンプ 33 及び配管 34 によって反応槽 2 に送水することもできる。

30

#### 【 0 0 2 7 】

なお、排出配管 29 を槽内または槽外で分岐して排気を槽外に排出する排ガス配管 30 を別途設けてもよい。この場合、凝縮水は排出配管 29 を通じて排出されるため、分岐して別途設けた排ガス配管 30 はその末端の排気部が酸素溶解膜モジュールの下端より高い位置に配置することができるが、凝縮水の溜まりができないよう配管は下り勾配を有さず上り勾配または鉛直上向きのみで構成することが好ましい。またこのとき排出配管 29 の排ガス配管 30 との分岐点より下流側にバルブを設け、バルブを開くことにより凝縮水がタンク 32 に流出するように構成してもよい。

#### 【 0 0 2 8 】

バルブは自動弁、手動弁のいずれでもよい。凝縮水を排出するためのバルブの開放は、連続式でも間欠式でもよい。間欠式の場合は、温度変化、湿度変化によって変化するが、通常の運転では、1日に1回～30日に1回 ( 多くても日に1回数秒、少なければ月に1回数十秒 )、好ましくは1日に1回～15日に1回、バルブを開くことにより排水する。

40

#### 【 0 0 2 9 】

このように構成された好気性生物処理装置 1 において、原水は散布管 8 を通じて受入室 7 に導入され、透水板 3 及び大径・小径の粒子層 4, 5 を上向流通水されて S S が濾過され、次いで生物膜付着の粉粒状活性炭の流動床 F において、一過式で上向流通水され生物反応を行って上部清澄領域からトラフ 10 と流出口 11 を通じて処理水として取り出される。

50

## 【0030】

pH計14で測定される反応槽2内のpHが測定値(例えば4~6.5の間から選択された値)以下になると、制御器15はコンプレッサ13を作動させ、散気管9から空気を流出させ、反応槽2内を曝気する。この曝気により反応槽2内が脱炭酸され、pHが上昇する。この曝気は、反応槽2内のpHが上記所定値よりも高くなるまで行われてもよく、上記所定値よりも高目に設定された設定値に達するまで行われてもよい。なお、この曝気を行うことにより、担体(活性炭)間に蓄積した炭酸が脱炭酸される。また、担体表面の余剰汚泥を水流の剪断力で剥離させて反応槽2外に排出し、担体同士の固着を抑制し、反応槽2内の偏流を防止することもできる。

## 【0031】

本発明では、pHが前記所定値よりも高い場合であっても、定期的に曝気し、余剰汚泥の剥離、排出等を行ってもよい。

## 【0032】

給気配管27から供給された空気等の酸素含有気体は、酸素溶解膜モジュール6を下向流通気した後、酸素溶解膜モジュール6の下端位置より下部ヘッダー21、下部マニホールド24を通じて流出し、排気は排出配管29から(または排ガス配管30を設けたときは排ガス配管30から)大気中へ排出される。凝縮水は排出配管29を通じてタンク32へ流出する。

## 【0033】

なお、酸素溶解膜として中空系膜を用いるときは通気部の断面積が小さいため通気の障害となりやすく影響が大きいため、酸素溶解膜が中空系膜である好気性生物処理装置に上記の凝縮水の除去機構をより好適に用いることができる。

## 【0034】

本発明では、活性炭等の生物担体の流動床に非多孔性の酸素溶解膜を設置することで、供給酸素量が多くなるため、対象とする原水の有機性排水濃度に上限が無い。

## 【0035】

また、生物担体を流動床で運転するため、激しい攪乱にさらされることがない。したがって、多量の生物を安定して維持できるため、負荷を高くとることができる。

## 【0036】

また、本発明では酸素溶解膜を使用するため、プリアレーション、直接曝気と比較すると、酸素の溶解動力が小さい。

## 【0037】

これらのことから、本発明によると、中和剤を全く又は殆ど使用することなく、反応槽2内のpHを、中性付近に維持し、低濃度から高濃度までの有機性排水を高負荷で、かつ安価に安定して処理することが可能となる。

## 【0038】

<生物担体>

生物担体としては、活性炭が好適である。

## 【0039】

流動床担体の充填量は反応槽の容積の30~70%程度、特に40~60%程度が好ましい。この充填量は、多いほうが生物量が多く活性は高いが、多すぎると担体が流出するおそれがある。従って、流動床が20~50%程度展開するLVで通水するのが良い。なお、流動床担体として活性炭以外のゲル状物質、多孔質材、非多孔質材等も同様の条件で使用できる。例えば、ポリビニルアルコールゲル、ポリアクリルアミドゲル、ポリウレタンフォーム、アルギン酸カルシウムゲル、ゼオライト、プラスチック等も用いることができる。ただし、担体として活性炭を用いると、活性炭の吸着作用と生物分解作用による相互作用により、広範囲な汚濁物質の除去を行うことが可能である。

## 【0040】

活性炭の平均粒径は0.2~1.2mm、特に0.3~0.6mm程度が好ましい。平均粒径が大きいと高LVとすることが可能であり、処理水の一部を反応槽に循環する場合

10

20

30

40

50

は循環量を増やせるため高負荷が可能となる。しかし、比表面積が小さくなるため、生物量が少なくなる。平均粒径が小さいと、低LVで流動できるため、ポンプ動力が安価となる。かつ、比表面積が大きいと、付着生物量が増える。

【0041】

活性炭の展開率は、20～50%程度が好ましい。展開率が20%よりも低いと、目詰まり、短絡のおそれがある。展開率が50%よりも高いと、担体流出のおそれがあると共に、ポンプ動力コストが高くなる。

【0042】

通常の生物活性炭では、活性炭流動床の展開率は10～20%程度であるがこの場合、活性炭の流動状態が不均一で上下左右に流動する。結果として同時に設置した膜が活性炭によってこすられ、すり減って消耗することになる。これを防止するため、本発明では、活性炭等の流動床担体は十分に流動させることが必要で、展開率は20%以上とするのが望ましい。このため、担体の粒径は通常の生物活性炭よりも小さいほうが好ましい。なお、活性炭の場合、やしがら炭、石炭、木炭等特に限定されない。形状は球状炭が好ましいが、通常の粒状炭や破碎炭でも良い。

【0043】

<酸素含有ガス>

酸素含有ガスは空気、酸素富化空気、純酸素等、酸素を含む気体であればよい。通気する気体はフィルターを通過させて微細粒子を予め除去することが望ましい。

【0044】

通気量は生物反応に必要な酸素量の等量から2倍程度が望ましい。これよりも少ないと酸素不足で処理水中にBODやアンモニアが残存し、多いと通気量が不必要に多くなることに加えて圧力損失が高くなるため、経済性が損なわれる。

【0045】

通気圧力は所定の通気量で生ずる中空系の圧力損失よりもわずかに高い程度が望ましい。

【0046】

<被処理水の流速>

被処理水の反応槽内の流速はLV7m/hr以上とし、TOC濃度20mg/L以下の低濃度排水では処理水を循環せず、ワンパスで処理することもできる。一過式で処理するとポンプ動力削減することができる。

【0047】

LVを高くすると、それに比例して酸素溶解速度が向上する。LVが高い場合は、粒径が大きい活性炭を使い、展開率をあまり大きくしないようにするのが好ましい。生物量、酸素溶解速度から、最適LV範囲は7～30m/hr特に8～15m/hr程度である。

【0048】

<滞留時間>

槽負荷0.5～4kg-TOC/m<sup>3</sup>/dayとなるように滞留時間を設定するのが好ましい。

【0049】

<ブロワ>

ブロワ26は、吐出風圧が水深からくる水压以下のもので十分である。但し、配管等の圧損以上であることは必要である。通常、配管抵抗は1～2kPa程度である。

【0050】

5mの水深の場合、通常は0.55MPa程度までの出力の汎用ブロワが用いられ、それ以上の水深では高圧ブロワが用いられてきている。

【0051】

本発明では、5m以上の水深であっても0.5MPa以下の圧力の汎用ブロワを用いることができ、0.1MPa以下の低圧ブロワを用いることが好ましい。

【0052】

10

20

30

40

50

酸素含有ガスの供給圧は、中空糸膜の圧力損失より高く、さらに膜が水圧でつぶれないこと、が条件となる。平膜、スパイラル膜は膜の圧損が水圧と比較すると無視できるため、極めて低い圧力、5 kPa程度以上、水深圧力以下、望ましくは20 kPa以下である。

【0053】

中空糸膜の場合、内径と長さによって圧力損失は変化する。通気する空気量は膜1 m<sup>2</sup>あたり50～200 mL/dayであるから、膜長さが2倍になると空気量は2倍になり、膜径が2倍になっても空気量は2倍にしかならない。したがって、膜の圧力損失は膜長さに正比例し、直径に反比例する。

【0054】

圧力損失の値は、内径50 μm、長さ2 mの中空糸で3～20 kPa程度である。

【0055】

上記実施の形態では、pH計を反応槽2内の液のpHを測定するように設置しているが、流出口11から流出した処理水のpHを測定するように設置されてもよい。

【0056】

上記実施の形態では、反応槽2内のpHが所定値以下になると曝気して脱炭酸するようにしているが、本発明では、pH計14を省略し、コンプレッサ13を間欠的に作動させ、間欠的に（定期的に）反応槽2内を曝気して脱炭酸するようにしてもよい。間欠曝気は、例えば5分～6 hr特に10分～1 hrに1回の割合で、1回の曝気時間は5秒～5分特に20秒～1分程度とするのが好適であるが、これに限定されない。

【符号の説明】

【0057】

- 1 好気性生物処理装置
- 2 反応槽
- 6 酸素溶解膜モジュール
- 9 散気管
- 20, 21 ヘッダー
- 22 中空糸膜
- 27 給気配管
- 29 排出配管
- 30 排ガス配管
- 31 バルブ
- 32 タンク

【要約】

【課題】中和剤を全く又は殆ど添加することなく反応槽のpHを中性付近に維持することができる好気性生物処理装置を提供することを目的とする。

【解決手段】好気性生物処理装置1は、反応槽（槽体）2と、該反応槽2の下部に水平に設置された透水板3と、該透水板3の上側に形成された大径粒子層4と、該大径粒子層4の上側に形成された小径粒子層5と、該小径粒子層5の上側に配置された酸素溶解膜モジュール6と、前記透水板3の下側に形成された受入室7と、該受入室7内に原水を供給する原水散布管8と、受入室7内において散気を行うように設置された散気管9等を有する。反応槽2内のpHが低下した場合、散気管9から散気して脱炭酸し、反応槽1内のpHを上昇させる。

【選択図】図1

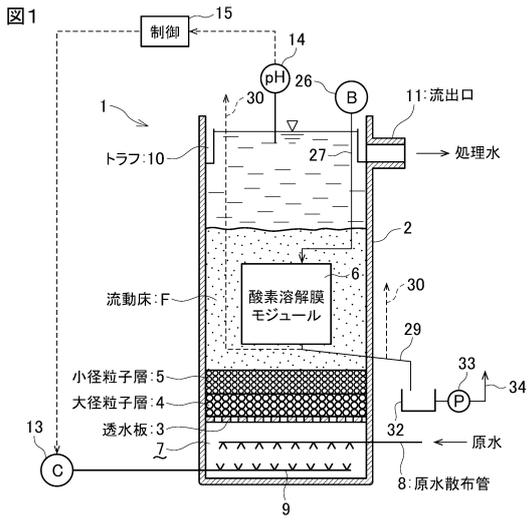
10

20

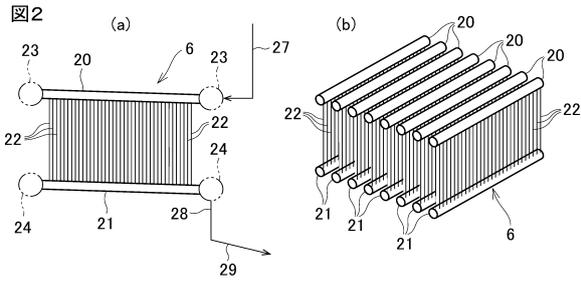
30

40

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<b>B 0 1 F</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>C 0 2 F</b>	<b>3/08</b>	<b>B</b>
<b>B 0 1 F</b>	<b>3/04</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B 0 1 F</b>	<b>1/00</b>	<b>A</b>
<b>B 0 1 F</b>	<b>5/06</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B 0 1 F</b>	<b>3/04</b>	<b>Z</b>
<b>C 0 2 F</b>	<b>1/20</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B 0 1 F</b>	<b>5/06</b>	
			<b>C 0 2 F</b>	<b>1/20</b>	<b>A</b>

(72)発明者 駒井 太郎  
東京都中野区中野四丁目10番1号 栗田工業株式会社内

審査官 池田 周士郎

(56)参考文献 特開2006-087310(JP,A)  
中国特許第102451618(CN,B)  
特開昭64-090093(JP,A)  
STRICKER Anne-Emmanuelle, et al., Pilot Scale Testing of A New Configuration of The Membrane Aerated Biofilm Reactor(MABR) to Treat High-Strength Industrial Sewage, Water Environment Research, 2011年 1月, Vol.83, No.1, page.3-14

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 0 2 F 3 / 0 0 - 3 / 3 4

C 0 2 F 1 / 4 4

B 0 1 D 6 1 / 0 0 - 7 1 / 8 2

C 0 2 F 1 / 2 0 - 1 / 2 6

B 0 1 F 1 / 0 0 - 5 / 2 6

J S T P l u s / J M E D P l u s / J S T 7 5 8 0 ( J D r e a m I I I )