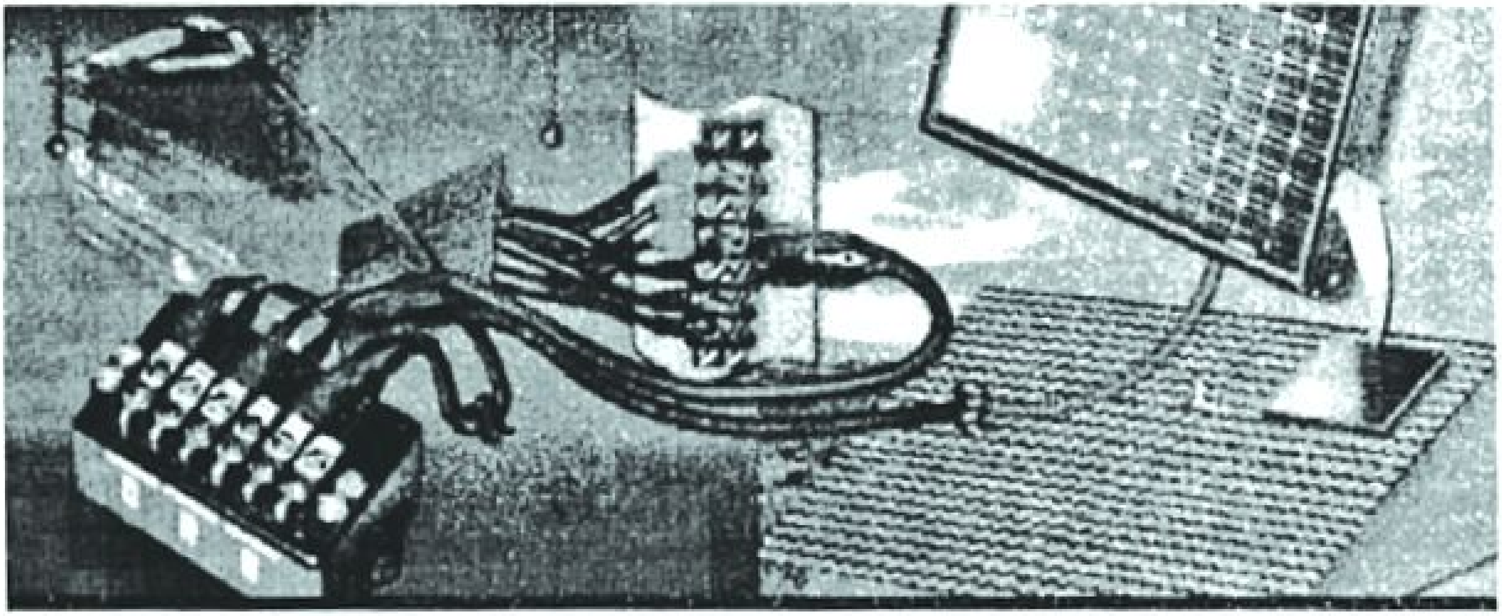


ഊർജ സംരക്ഷണത്തിന് ഫോട്ടോണിക്സ്

ജയിംസ്കുട്ടി തോമസ്

'ഫോട്ടോണിക്സ്' എന്ന ഈ ശാസ്ത്രസാങ്കേതിക വിഭാഗത്തിൽ നടന്ന ഗവേഷണങ്ങൾ ഓർഗാനിക് ലൈറ്റ് എമിറ്റിംഗ് ഡയോഡി (ഓ.എൽ.ഈ.ഡി)ന് 1999-ൽ അമേരിക്കയിലെ പ്രിൻസ്ടൺ ലബോറട്ടറിയിൽ വച്ച് ജൻമം നൽകി. ഓ.എൽ.ഈ.ഡി ഉപയോഗിക്കുന്നതിലൂടെ ഉണ്ടാകുന്ന ഊർജലാഭവും പരിസ്ഥിതിയുമായി ഇണങ്ങി ചേരുവാനുള്ള ഇതിന്റെ സവിശേഷതയും നിലവിലുള്ള ഫിലമെന്റ്, ഫ്ളൂറസന്റ് ലാമ്പുകൾക്ക് പകരമുള്ള പ്രകാശസ്രോതസ്സായി ഇവ വർത്തിക്കുന്ന മൂന്നാം പരിവർത്തനത്തിന് ഇന്ന് ലോകം സാക്ഷ്യം വഹിക്കുന്നു.

അർധചാലക സാങ്കേതിക വിദ്യ(Semiconductor Technology)യാണ് പുരോഗതിയിലേക്ക് കുതിച്ച് കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ആധുനിക ലോകത്തിന് പ്രേരകമായിട്ടുള്ളത്. വലിപ്പമേറിയ വാക്വം ട്യൂബുകൾക്കുപകരം വലിപ്പം കുറവായ വളരെ കുറച്ചു മാത്രം ഊർജം ഉപയോഗിക്കുന്ന ഖരാവസ്ഥയിലുള്ള ട്രാൻസിസ്റ്ററുകൾ ഉപയോഗപ്പെട്ടതാണ് ഈ പുരോഗതിയുടെ ഒന്നാം പരിവർത്തനം. ഈ മാറ്റത്തിന്റെ അത്ഭുതകരമായ പ്രതിഫലനങ്ങൾക്ക് സമീപകാലങ്ങളിൽ തന്നെ നാം സാക്ഷ്യം വഹിച്ചു കഴിഞ്ഞു. ടെലിവിഷൻ, കമ്പ്യൂട്ടർ മോണിട്ടർ എന്നിവയുടെ സ്ക്രീനുകളിൽ ചിത്രങ്ങൾ തെളിയുവാനായി ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന കാഥോഡ് റേ ട്യൂബി(CRT)നു പകരം ദ്രാവക സ്ഫടിക പ്രദർശക വാൽവ് (ലിക്വിഡ് ക്രിസ്റ്റൽ ഡിസ്പ്ലേ) അഥവാ എൽ.സി.ഡി ഉപയോഗിച്ചുള്ള പരന്ന സ്ക്രീനുകൾ വന്നതോടെ രണ്ടാം പരിവർത്തനവും സംഭവിച്ചു. ഇത്തരത്തിലുള്ള എൽ.സി.ഡി സ്ക്രീനുകളുടെ ആവിർഭാവം, കൊണ്ടുനടക്കാവുന്ന ലാപ്ടോപ്പ് കമ്പ്യൂട്ടറുകൾക്ക് ജൻമം നൽകി. ഈ രണ്ട് പരിവർത്തനങ്ങളിലൂടെയും നാം നേടിയെടുത്ത ഊർജലാഭം(energy saving) പ്രത്യേകം പ്രാധാന്യം അർഹിക്കുന്നു. ഈ അർധചാലക സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ മറ്റൊരു സംഭാവനയാണ് പ്രകാശം പുറത്തേക്കു വിടുന്ന വാൽവ് (ലൈറ്റ് എമിറ്റിംഗ് ഡയോഡ്) അഥവാ എൽ.ഈ.ഡി. പുതിയ മാനങ്ങൾ തേടിയുള്ള 'ഫോട്ടോണിക്സ്' എന്ന ഈ ശാസ്ത്രസാങ്കേതിക വിഭാഗത്തിൽ നടന്ന ഗവേഷണങ്ങൾ ഓർഗാനിക് ലൈറ്റ് എമിറ്റിംഗ് ഡയോഡി (ഓ.എൽ.ഈ.ഡി)ന് 1999-ൽ അമേരിക്കയിലെ പ്രിൻസ്ടൺ ലബോറട്ടറിയിൽ വച്ച് ജൻമം നൽകി. ഓ.എൽ.ഈ.ഡി

ഉപയോഗിക്കുന്നതിലൂടെ ഉണ്ടാകുന്ന ഊർജലാഭവും പരിസ്ഥിതിയുമായി ഇണങ്ങി ചേരുവാനുള്ള ഇതിന്റെ സവിശേഷതയും നിലവിലുള്ള ഫിലമെന്റ് (incandescent), ഫ്ളൂറസന്റ് (fluorescent) ലാമ്പുകൾക്ക് പകരമുള്ള പ്രകാശസ്രോതസ്സായി ഇവ വർത്തിക്കുന്ന മൂന്നാം പരിവർത്തനത്തിന് ഇന്ന് ലോകം സാക്ഷ്യം വഹിക്കുന്നു. പ്രകാശത്തിന്റെ മേഖലയിലേയ്ക്കുള്ള ഈ കടന്നുകയറ്റത്തെ ഖരാവസ്ഥ പ്രകാശീകരണം (Solid State Lighting) അഥവാ എസ്.എസ്.എൽ എന്ന പ്രത്യേകശാസ്ത്ര സാങ്കേതിക ശാഖയായി രൂപപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു.

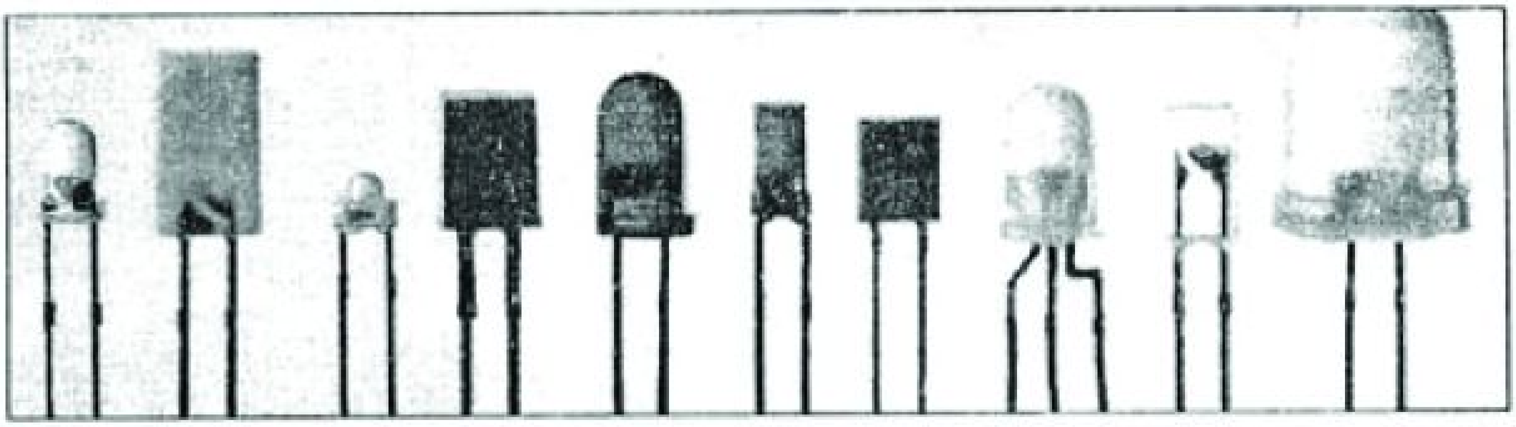
എൽ.ഈ.ഡിയുടെ പ്രവർത്തനക്ഷമത ഫിലമെന്റ് ലാമ്പുകളെക്കാൾ മുകളിലാണെങ്കിലും ഫ്ളൂറസെന്റ് ലാമ്പുകളെ കവച്ചു വയ്ക്കുവാൻ ഇനിയും സാധിച്ചിട്ടില്ല. നല്ല നിലവാരത്തിലുള്ള പകൽവെളിച്ച(daylight) സമാനമായപ്രകാശം തരുന്നതിനോടൊപ്പം നിറത്തിലെ സമാനത(colour uniformity), ഉപരിതല വ്യക്തത (surface brightness), ഉയർന്ന ഊർജ്ജക്ഷമത എന്നിവ നിലനിർത്തുവാൻ എൽ. ഈ.ഡിയ്ക്ക് സാധിക്കുന്നില്ലെങ്കിലും ഒ.എൽ.ഈ.ഡിയ്ക്ക് സാധിക്കുന്നു. ആഡംബരം, വിനോദം, ഗതാഗതനിയന്ത്രണം മുതലായ മേഖലകളിലെ പ്രദർശനപ്രകാശസ്രോതസ്സായി ഒ.എൽ.ഈ.ഡികളെ പ്രാവർത്തികമാക്കികൊണ്ട് എസ്.എസ്.എൽ അതിന്റെ പ്രയാണം ആരംഭിച്ചു കഴിഞ്ഞു. പ്രകാശത്തിന്റെ നിറം, രൂപം, തീവ്രത എന്നീ അടിസ്ഥാന സ്വഭാവങ്ങൾ ആവശ്യാനുസരണം മുൻകൂട്ടി നിർണ്ണയിച്ച് ഒ.എൽ.ഈ.ഡികൾ നിർമ്മിക്കാവുന്നതാണ്. എസ്.എസ്.എൽ-ലൂടെയുണ്ടാകുന്ന ഊർജ്ജലാഭം, ഈ മേഖലയെ കൂടുതൽ ഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തി വിശാലമാക്കുവാൻ ലോകരാഷ്ട്രങ്ങൾ തമ്മിൽ കിടമത്സരം നടത്തുവാൻ കാരണമാക്കുന്നു. ഇതിലേക്കായി അവർ സർക്കാർതലത്തിൽ പ്രത്യേകതുക വകകൊള്ളിക്കുന്നു. '21-ാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ പ്രകാശ'മായും അഥവാ 'അടുത്ത തലമുറയുടെ പ്രകാശ സങ്കേത'മായും (Next-Generation Lighting Initiative)(NGLI) നാമകരണം ചെയ്ത് ഈ മേഖലയെ യൂറോപ്പ്, അമേരിക്ക, ജപ്പാൻ, ചൈന, തെക്കൻ കൊറിയ മുതലായ രാഷ്ട്രങ്ങൾ വരവേറ്റു കഴിഞ്ഞു. 2005 ആഗസ്റ്റിൽ അമേരിക്കൻ പ്രസിഡന്റ് ജോർജ്ജ്ബുഷ് ഒപ്പിട്ട ഊർജ്ജനയം-2000-ൽ എസ്.എസ്.എൽ സാങ്കേതിക വിദ്യ ഉപയോഗിക്കുവാൻ നിഷ്കർഷിച്ചുകൊണ്ടുള്ള നിയമങ്ങൾ ആലേഖനം ചെയ്തിട്ടുണ്ട്.

ആനോഡിനും കാഥോഡിനും ഇടയിൽ സ്ഥാപിക്കുന്ന ഓർഗാനിക് (ഹൈഡ്രോകാർബൺ) പാളിയിൽ വൈദ്യുതി പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ ഉത്തേജനം സംഭവിച്ചു പ്രകാശം ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ പാളിയിലെ തൻമാത്രകളുടെ സാന്ദ്രത ക്രമീകരിച്ച് നിറവും പ്രകാശതീവ്രതയും നിയന്ത്രിക്കാവുന്നതാണ്. നിർമ്മാണത്തിലുള്ള വ്യത്യാസത്തിനനുസരിച്ച് ചെറിയ തൻമാത്ര ഒ.എൽ.ഈ.ഡികൾ (Small Molecule OLED) (SMOLED), പോളിമർ ഒ.എൽ.ഈ.ഡികൾ (Polymer OLED) (PLED) എന്നിവയുണ്ട്. വ്യത്യസ്ത തരത്തിലുള്ള ആവശ്യങ്ങൾക്കായി ഇവ രണ്ടും പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. ഭിത്തികളും സീലിംഗുകളും ഒ.എൽ.ഈ.ഡികൾ ഉൾപ്പെടുത്തികൊണ്ട് നിർമ്മിക്കുവാൻ സാധിക്കും എന്നുള്ളതാണ് മറ്റൊരു പ്രത്യേകത. ഒരു സ്ക്രീനിൽ തന്നെ ധാരാളം ഒ.എൽ.ഈ.ഡികൾ നിക്ഷേപിച്ച് ടെലിവിഷൻ സ്ക്രീൻ, കമ്പ്യൂട്ടർ മോണിട്ടർ, കൊണ്ടുനടക്കാവുന്ന സ്ക്രീനുകൾ, പരസ്യബോർഡുകൾ എന്നിവ ഉണ്ടാക്കാവുന്നതാണ്. എൽ.സി.ഡി സ്ക്രീനുകളിൽ സ്വയം പ്രകാശം ഉണ്ടാകാത്തതുകൊണ്ട്, പുറമേ നിന്നും പ്രകാശം കൊടുക്കേണ്ടി വരുന്നു. പക്ഷേ ഒ.എൽ.ഈ.ഡികളിൽ മുകളിൽ വിവരിച്ചിരിക്കുന്ന തരത്തിൽ സ്വയം പ്രകാശം ഉണ്ടാകുന്നതുകൊണ്ട് ഇത്തരം സ്ക്രീനുകളിൽ ഊർജം ലാഭിക്കാവുന്നതാണ്. മാത്രവുമല്ല ഈ സ്ക്രീനുകളുടെ ദർശനകോൺ (viewing angle) വിശാലവും ഏകദേശം 180 ഡിഗ്രി വരെ എത്താവുന്ന തരത്തിലുമാണ്. വളരെ ചെറിയ ദർശനകോണുകളാണ് എൽ.സി.ഡി സ്ക്രീനുകൾക്കുള്ള ന്യൂനത എന്ന് നമുക്ക് അറിയാം. ആനോഡ്, കാഥോഡ്, ഓർഗാനിക് എന്നീ പാളികളെ ഒ.എൽ.ഈ.ഡി സ്ക്രീനുകൾ ഉണ്ടാക്കുമ്പോൾ രണ്ടു തരത്തിലുള്ള

അടുക്കു (matrix)കളാക്കി ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കാവുന്നതാണ്. ആക്ടീവ് മാട്രിക്സ് ഒ.എൽ.ഈ.ഡി (Active Matrix OLED) (AMOLED), പാസ്സീവ് മട്രിക്സ് ഒ.എൽ.ഈ.ഡി (Passive Matrix OLED) (PMOLED) എന്നിങ്ങനെ അറിയപ്പെടുന്ന ഈ രണ്ടിനങ്ങളിലും ഒരേ സ്ക്രീനിൽ തന്നെ ധാരാളം ഒ.എൽ.ഈ.ഡികൾ അഥവാ പിക്സലുകൾ (pixel) സ്ഥാപിക്കുന്നു. ഈ പിക്സലുകൾ സിഗ്നൽ വൈദ്യുതിയിലെ വ്യതിയാനം അനുസരിച്ച് കത്തുകയും അണയുകയും ചെയ്യും. സാധാരണ ചലിക്കുന്ന

ചിത്രങ്ങളെക്കാൾ മൂന്ന് മടങ്ങു വേഗതയിൽ ഈ പിക്സലുകൾ നിയന്ത്രിക്കാം എന്നുള്ളതു കൊണ്ട്, ജീവൻ തുടിക്കുന്ന തരത്തിലുള്ള വീഡിയോ ചിത്രങ്ങൾ പ്രദർശിപ്പിക്കുവാൻ ഇതു വഴി സാധിക്കുന്നു. വളയ്ക്കാവുന്ന സ്ക്രീനുകളും വസ്ത്രങ്ങളിൽ പറ്റിപ്പിടിച്ചിരിക്കുന്ന സ്ക്രീനുകളും ഉണ്ടാക്കാം എന്നുള്ളതാണ് ഓ.എൽ.ഈ. ഡി കളുടെ മറ്റു ചില മേൻമകൾ.

താക്കോൽ സുഷിരങ്ങൾപോലെയുള്ള സൂക്ഷ്മ സ്ഥലങ്ങളിൽ, വലിപ്പം കുറവായതിനാൽ ഈ ഓ.എൽ.ഈ.ഡികൾ ഉൾക്കൊള്ളിക്കാവുന്നതാണ്. ഇലക്ട്രോണിക്



സർക്യൂട്ടുകളുടെ പിൻബലത്തിൽ പ്രകാശം ആവശ്യമുള്ളപ്പോൾ മാത്രം ഉൽപ്പാദിക്കുകയും, വിവിധ സമയങ്ങളിൽ വ്യത്യസ്ത നിറങ്ങൾ പ്രദർശിപ്പിക്കുവാൻ തക്കവണ്ണം ഈ സർക്യൂട്ടുകളെ ക്രമീകരിക്കാവുന്നതുമാണ്. പകൽ വെളിച്ചത്തിനെ അനുകരിക്കത്തക്കവണ്ണം പ്രകാശത്തിന്റെ തീവ്രതയും നിറവും ക്രമീകരിക്കുവാൻവേണ്ടി ഈ സർക്യൂട്ടുകളെ നിർമിച്ച്, മനശ്ശാസ്ത്രപരമായി സ്വാധീനിച്ച് ഉൽപ്പാദനം വർധിപ്പിക്കുവാനും സാധിക്കുന്നു.

പ്രകാശത്തിന്റെ ഉപയോഗം പ്രധാനമായും രണ്ടു തരത്തിലാണുള്ളത്; ഒന്നാമതായി പ്രകാശ സ്രോതസ്സിൽ നേരിട്ട് നോക്കുന്നതും (pointed light source), മറ്റൊന്ന് പ്രതിഫലിക്കുന്ന പ്രകാശത്തിനെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയുള്ള (distributed light source) ഉപയോഗവും. സിഗ്നലുകളും വിസ്തൃതമായ പുറംലോക (outdoor) പ്രദർശനങ്ങളും ഒന്നാമത്തെ ഇനത്തിൽപ്പെടുന്നവയാണ്. എൽ.ഈ.ഡികളും ഓ.എൽ.ഈ.ഡികളും ഈ വിഭാഗത്തിൽ ഉപയോഗിക്കാം. പക്ഷേ, രണ്ടാമത്തെ വിഭാഗത്തിൽ ഓ.എൽ.ഈ.ഡികൾ മാത്രമേ ഉപയോഗപ്രദമാകൂ. ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നതിനാൽ ഓ.എൽ.ഈ.ഡി കൾക്ക് താരതമ്യേന വിലക്കുറവ് ആണെങ്കിലും നിലവിലുള്ള പരമ്പരാഗത പ്രകാശസ്രോതസ്സുകളെ വിലയുടെ കാര്യത്തിൽ പിൻതള്ളുവാൻ ഇനിയും സാധിച്ചിട്ടില്ല. ഈ ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ അന്തരീക്ഷത്തിലെ ഓക്സിജൻ, ജലബാഷ്പം എന്നിവയുമായി ബന്ധപ്പെട്ടാൽ നശിക്കുകയും ഓ.എൽ.ഈ.ഡിയുടെ പ്രവർത്തനക്ഷമത മന്ദീഭവിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ആയതിനാൽ ഉയർന്ന നിലവാരത്തിലുള്ള സുരക്ഷിതത്വം നൽകേണ്ടതുണ്ട്. ഗവേഷണങ്ങൾ സമീപഭാവിയിൽ തന്നെ ഓ.എൽ.ഈ.ഡികളെ ഈ മേഖലയിൽ കോമ്പാക്റ്റ് ഫ്ളൂറസെന്റ് ലാമ്പിനെക്കാളും ജനകീയമാക്കും എന്ന് പ്രതീക്ഷയുണ്ട്.

ഇന്ത്യയിൽ ഡൽഹി, മുംബൈ, ചെന്നൈ എന്നീ ഐ.ഐ.റ്റി-കളിലും ഡൽഹിയിലെ നാഷണൽ ഫിസിക്കൽ ലബോറട്ടറിയിലും കേരളത്തിലെ കൊച്ചിൻ യൂണിവേഴ്സിറ്റിയിലെ സ്കൂൾ ഓഫ് ഫോട്ടോണിക്സിലുമാണ് പ്രധാനമായും ഊർജക്ഷാമം അഭിമുഖീകരിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്ന നമ്മുടെ നാടിന് പ്രതീക്ഷ നൽകുന്ന ഈ മേഖലയിലെ ചില ഗവേഷണങ്ങൾ നടക്കുന്നത്. ഹൈദരാബാദിലെ ന്യൂലൈറ്റ് കോർപ്പറേഷൻ എന്ന കമ്പനി മൊബൈൽ ഫോൺ, ഡി.വി.ഡി പ്ലേയർ, ലാപ്പ്ടോപ്പ്, കമ്പ്യൂട്ടർ, ടെലിവിഷൻ മുതലായവയുടെ സ്ക്രീനുകൾ ഓ.എൽ.ഈ.ഡി ഉപയോഗിച്ച് ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നുണ്ട്. മോട്ടോറോളാ, എൽ ജി, പാനാസോണിക്, ഫിലിപ്പ്സ്, സാംസങ്, സോണി, കൊടാക് മുതലായ കമ്പനികളുടെ വിവിധ ഓ.എൽ.ഈ.ഡി ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ ഇപ്പോൾ നമ്മുടെ വിപണികളിൽ ലഭ്യമാണ്.

കുറിപ്പ്

കേരളാ ഗവൺമെന്റിന്റെ ഇലക്ട്രിക്കൽ ഇൻസ്പെക്ടറേറ്റ് വകുപ്പിൽ അസിസ്റ്റന്റ് ഇലക്ട്രിക്കൽ ഇൻസ്പെക്ടറാണ് ലേഖകൻ. കൊച്ചിൻ യൂണിവേഴ്സിറ്റിയിലെ സ്കൂൾ ഓഫ് ഫോട്ടോണിക്സിൽ നിന്നും 'ഒപ്ടോ ഇലക്ട്രോണിക്സ് ആന്റ് ലേസർ ടെക്നോളജി' എന്ന വിഷയത്തിൽ എം.ടെക് ബിരുദധാരിയാണ് ഇദ്ദേഹം.

അസിസ്റ്റന്റ് ഇലക്ട്രിക്കൽ ഇൻസ്പെക്ടർ
ഹൗസിംഗ് ബോർഡ് ബിൽഡിംഗ്, തിരുവനന്തപുരം - 1